

EQMOD

Logiciel de gestion de montures équatoriales et accessoires
sous Windows.

Michel Llibre - Club d'astronomie de Quint-Fontsegrives



Actualisé février 2022.

Table des matières

1	Introduction - Documentation.....	5
2	Installation.....	5
2.1	La plateforme ASCOM.....	5
2.2	Les logiciels EQMOD.....	7
2.3	Liaison PC - Monture (câble EQDirect-USB ou EQDIR).....	8
2.4	Répertoires à connaître.....	9
2.5	Quand EQMOD bugge.....	10
3	Rappels sur les pointages.....	11
3.1	Les coordonnées utilisées.....	11
3.2	Configuration origine et configuration HOME.....	13
3.3	Coordonnées principales et secondaires.....	14
3.4	Configuration contre-poids en bas ou en haut.....	15
3.5	Basculement au méridien.....	15
3.6	Coordonnées numériques des axes motorisés.....	15
3.6.1	Axe de déclinaison.....	16
3.6.2	Axe horaire.....	16
3.6.3	Coordonnées équatoriales affichées.....	16
3.6.4	Cadran horaire EQMOD.....	16
3.6.5	Coordonnées stellaires.....	17
4	L'application EQMOD.....	18
4.1	Setup EQMOD : Réglages EQMOD ASCOM.....	18
4.1.1	Cadre "Détails Ports EQMOD".....	19
4.1.2	Cadre "Lieu d'observation".....	20
4.1.3	Cadre "Guiding".....	20
4.1.4	Cadre "Joystick".....	20
4.1.5	Cadre "Options Générales".....	20
4.1.6	Cadre "Options ASCOM".....	21
4.2	Démarrage <i>autonome</i> d'EQMOD.....	22
4.2.1	L'ASCOM Trace Window.....	22
4.2.2	Le volet d'état et commande de la monture.....	23
4.3	Arrêt d'EQMOD.....	25
4.4	Arrêt intempestif de la liaison.....	26
4.5	La Position Monture.....	27
4.5.1	Force Flipped Goto.....	28
4.5.2	Cadran horaire.....	28
4.5.3	Cadran déclinaison.....	29
4.5.4	Les 2 cadrants.....	30
4.6	Les autres affichages du premier volet.....	30
4.7	Les messages d'aide en cas de problème.....	33
4.7.1	Le centre de messages (message center).....	34
4.7.2	L'ASCOM trace Window.....	35
4.8	Le Pad de commande.....	35
4.9	Compensation de dérive.....	36
4.10	Goto coordonnées.....	36
4.11	Les autres volets de la fenêtre EQMOD.....	37
4.12	Mise en station - Alignement polaire.....	38

4.13 Parcage.....	40
4.13.1 Modes PARK/UNPARK.....	40
4.13.2 Création de configuration de parcage/sortie de parcage.....	41
4.13.3 Resynchronisation des codeurs.....	43
4.13.4 Parcage programmé.....	43
4.13.5 Corruption des coordonnées de parcage HOME.....	43
4.14 Limitation vitesse Goto.....	44
4.15 Édition des sons.....	45
4.16 Utilisation d'un Gamepad pour actionner la monture.....	46
4.17 Gestion des limites.....	50
4.18 Alignements.....	54
4.18.1 Débrayage pour recalage initial.....	55
4.18.2 Procédure de correction des coordonnées.....	55
4.18.3 Acquisition des données d'alignement.....	56
4.18.4 Édition des données.....	58
4.18.5 Enregistrement, Sauvegarde des mesures.....	59
4.18.6 Pendant le suivi.....	59
4.18.7 Facteurs de précision du pointage.....	59
4.19 PEC : Correction de l'erreur périodique.....	60
4.19.1 AutoPEC : Enregistrement d'une PEC.....	61
4.19.2 Activation de la PEC (VS-PEC).....	63
4.19.3 PEC et guidage.....	63
4.19.4 PEC et parcage.....	63
4.19.5 Conseils pour l'enregistrement.....	64
4.19.6 PECPrep.....	64
4.19.6.1 Première approche : fichier AUTOPEC.....	64
4.19.6.2 Deuxième approche : Fichier journal tiers.....	64
4.19.6.3 Traitement dans PECPrep.....	66
4.20 PPEC : Permanent PEC.....	67
4.21 Procédure d'enregistrement PEC et PPEC de Phillip Romford.....	68
4.22 Module GPS : A FAIRE.....	70
4.23 Mise en oeuvre d'EQMOD.....	70
4.23.1 Mise en œuvre avec Cartes du Ciel.....	71
4.23.2 Mise en œuvre avec Stellarium.....	72
4.24 Stratégie de récupération de l'alignement de la monture.....	73
5 Autoguidage.....	74
5.1 Autoguidage ASCOM PulseGuiding.....	75
5.2 Autoguidage mode ST-4.....	78
5.3 Autoguidage et PEC.....	78
6 Points importants.....	79
6.1 Débrayage et Alignement.....	79
6.2 Parcage et PEC.....	79
7 Annexes.....	79
7.1 Fichiers du répertoire %APPDATA%\EQMOD.....	79
7.1.1 Le fichier Mountparams.txt.....	79
7.1.2 Le fichier de configuration Eqmod.ini.....	80
7.1.2.1 Les taux de vitesse prédéfinis.....	80
7.1.2.2 Taux des impulsions de guidage.....	81
7.1.2.3 Résolution des compteurs des moteurs pas-à-pas.....	81
7.1.2.4 Étoile d'alignement polaire.....	81

7.1.3 Le fichier de configuration Align.ini.....	81
7.1.4 Le fichier de configuration Joystick.ini.....	82
7.2 Localisation des fichiers PEC.....	83
8 Scripts VisualBasic.....	84
8.1 Accès aux fonctionnalités EQMOD.....	84
8.1.1 Accès à la fenêtre de paramétrage d'EQMOD.....	85
8.1.2 Accès à la localisation.....	85
8.2 Connexion à la monture - Persistance.....	85
8.3 Commandes diverses.....	85
8.3.1 Version micrologiciel cartes contrôleurs monture.....	85
8.3.2 Coordonnées pointées.....	86
8.3.3 Vitesses de Suivi.....	86
8.3.4 Enregistrement position parage.....	86
8.3.5 Parage.....	87
8.3.6 Déblocage.....	87
8.3.7 Déplacements axes à vitesses constantes.....	87
8.3.8 Suivi Personnalisé.....	87
8.4 Ralliemment coordonnées.....	87
8.5 L'interface CommandString.....	87
8.6 Pour aller plus loin.....	93

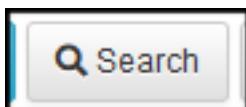
1 Introduction - Documentation

EQMOD, également nommé EQASCOM, est un ensemble de logiciels de pilotage des monture équatoriales équipées des cartes microcontrôleur SYNSCAN de Skywatcher, pour PC tournant sous l'O.S. Windows, qui utilise les drivers de la plateforme ASCOM.

La rédaction de ce document a été débuté en janvier 2019. Il est à compléter par la lecture de la documentation officielle, fichier EQMOD_Doc.pdf se trouvant dans le répertoire d'installation du logiciel EQMOD (voir section 4.1) ou de sa version internet qui début 2019 se trouvait ici : <http://www.welshdragoncomputing.ca/eqmod/doku.php>.

Pour ceux qui ont la chance de bien comprendre l'anglais, il y a de nombreux tutoriels vidéos de **Chris Shillito** sur EQMOD à cette adresse : <https://www.youtube.com/user/chrisshillito>

On peut poser des questions en s'inscrivant au groupe <https://groups.io/g/EQMOD>. Sans s'inscrire on peut accéder aux messages postés ici : <https://groups.io/g/EQMOD/topics>. Le bouton



qui permet de faire une recherche dans les messages est particulièrement utile.

Lorsqu'on est inscrit on peut accéder à un espace "photos" via un bouton sur la liste du menu à gauche. Dans cet espace on peut voir les images postées par les autres participants et on peut y créer des albums pour partager ses photos.

Le chapitre 2 "Installation" peut être sauté par ceux qui l'ont déjà effectuée.

Le chapitre 3 "Rappels sur les pointages" **peut être sauté**. Il n'a d'intérêt que pour ceux qui veulent comprendre le pourquoi de certaines procédures. Mais, je conseillerais de le lire dans un deuxième temps, car en comprenant ce pourquoi, on les retient mieux (les procédures).

Enfin le chapitre 4 "Application Eqmod" décrit l'utilisation de ce logiciel.

Le chapitre 5 "Autoguidage" donne quelques renseignement supplémentaires sur sa mise en œuvre.

Le chapitre 6 "Points importants" insiste sur quelques pièges à éviter.

Le chapitre 7 "Annexes" donne quelques informations supplémentaires sur l'écriture de scripts en Visual Basic pour automatiser certaines actions, et sur les fichiers de configuration.

2 Installation

Les deux ensembles de logiciels ASCOM et EQMOD font l'objet d'une installation séparée.

2.1 La plateforme ASCOM

La plateforme ASCOM (AStromie COMmunication) est un ensemble de logiciels de type drivers de matériels qui permettent l'interface entre des logiciels applicatifs comme "PHD2Guiding", "AstroPhotoTools", "Cartes du Ciel", "Stellarium"... et des matériels comme des montures, des caméras, des dispositifs de mise au point... via les liaisons USB d'un PC fonctionnant sous

Windows. Elle comprend également des utilitaires à installer sur le PC.

La dernière version de la plateforme peut-être téléchargée ici :

<https://ascom-standards.org/>

et la page de téléchargement se trouve ici :

<https://ascom-standards.org/Downloads/Index.htm>

Cliquer sur le bouton "Download" dans l'encadré à droite, intitulé ASCOM Platform 6.4SP1 ou avec un numéro de version plus récent.

Après l'installation, on trouvera dans le menu de Démarrage de Windows un ensemble d'applications sous l'onglet ASCOM Platform 6 et le guide ici :

C:/Program Files (x86)/ASCOM/Platform 6/Docs/ASCOM User Guide.pdf

Pour l'utilisation d'EQMOD, il n'est pas nécessaire de lire ce guide car EQMOD masque complètement la couche de logiciel ASCOM.

Exécuter éventuellement ASCOM Diagnostics pour vérifier la réussite de l'installation. Cette exécution peut durer quelques minutes. Diverses fenêtres sont momentanément affichées. Résultat final sur la dernière ligne : "Completed function testing run : 1302 matches, 1 fail, 0 exception. Ne pas tenir compte du 1 fail.

Les drivers fournis par ASCOM pour les différents matériels sont accessibles via le panneau situé à gauche de la page internet : Drivers Downloads : "Cameras & videos", "Dome & Roof", "Filter Wheels", "Focuser", ..., "Telescope/Mount".

Le driver à utiliser pour piloter les montures Orion et skywatcher de type EQ5, EQ6, NEQ6, AZ-EQ6.... via EQMOD est directement incorporé dans le logiciel EQMOD. Il apparaît dans la fenêtre de dialogue de choix des drivers pour monture sous l'appellation "**EQMOD HEQ5/6**". Ce nom indique 5 et 6 car à l'époque de son écriture il n'y avait que ces deux modèles de montures skywatcher équipées des cartes microcontrôleur SynScan, mais a priori, il fonctionne aussi pour tous les montures qui sont apparues ensuite (EQ8 ...) qui sont équipées de ces cartes. Pour piloter une de ces montures via EQMOD il **n'est donc pas** nécessaire de télécharger de drivers "SkyWatcher SynScan Mount Controller" qui se trouvent ici :

<https://ascom-standards.org/Downloads/ScopeDrivers.htm>. Par contre ces drivers permettent de se passer d'EQMOD.

Lors de l'utilisation des logiciels "Cartes du Ciel" ou "Stellarium" pour piloter la monture, un fenêtre de dialogue "Telescope Chooser" s'ouvre pour effectuer le choix du driver, et on a deux principales options :

1. Si on veut utiliser EQMOD, il faut choisir dans la liste le driver qui est intitulé "**EQMOD HEQ5/6**" ou avoisinant, la monture étant directement reliée par son port RJ45 marqué "Hand Control", à la prise USB du PC via un cordon RJ45-USB incorporant un circuit FTDI. **La raquette n'est pas utilisée. Elle n'est pas branchée.**
2. On peut se passer d'EQMOD et se priver de ses nombreuses possibilités, et dans ce cas on choisit dans la liste le driver (téléchargé chez ASCOM) intitulé "Skywatcher Telescope". Mais dans ce cas il faut mettre la monture en service pour une utilisation normale avec la raquette (ne pas utiliser l'option "PC Direct Mode"), et brancher le port RJ12 de la raquette au PC. Les commandes de "Cartes du Ciel" ou de Stellarium vont être **transmises par le driver ASCOM à la raquette Synscan qui pilotera la monture.**

C'est l'utilisation qui résulte de la première de ces deux options qui est décrite dans la suite de ce document.

2.2 Les logiciels EQMOD

Les logiciels EQMOD, également nommés EQASCOM, permettent de gérer *les montures équatoriales* SkyWatcher, Orion ou autres, munies des électroniques de commande *Synscan*, et *uniquement ces électroniques*, via la plateforme ASCOM. Les logiciels EQMOD décrits ici ne fonctionnent que sur les O.S. Windows. Ils sont décrits plus en détails à ces adresses : <http://eq-mod.sourceforge.net/index.htm> pour la version anglaise et http://eq-mod.sourceforge.net/index_fr.htm pour la version française.

L'installateur de ces logiciels : "EQASCOM_V200j_Setup.exe" (ou plus récent) se télécharge à cette adresse internet : <https://sourceforge.net/projects/eq-mod/files/EQASCOM/>.

ATTENTION de ne pas cliquer sur le bouton vert "Download Latest Version" car il se peut qu'il ne concerne pas EQASCOM mais un autre logiciel comme ASCOMPAD ou autre.

Lors de l'exécution de cet installateur d'EQASCOM, cocher la case "**Installer les scripts**". Ces scripts permettent de piloter la monture directement sans passer par des applications tierces.

Remarque : On installe les nouvelles versions d'EQMOD sur les anciennes, sans rien désinstaller.

Pour avoir la version la plus récente d'EQMOD on peut s'inscrire aux groupe Yahoo :

<https://groups.yahoo.com/neo/groups/EQMOD/files/A%20EQMOD%20Release/EQASCOM/>

<https://groups.io/g/EQMOD> (le groupe Yahoo a déménagé fin octobre 2019)) puis on trouve de nombreux logiciels ici : https://groups.io/g/EQMOD/files/A_EQMOD_Releases.

Remarques :

- Début 2019, l'équipe "The EQMOD Project" n'avait pas déposé le nom EQMOD. Il existe un driver "EQMOD" pour INDI sous Linux d'origine inconnue qui est sans lien avec cette équipe.
- **EQMOD** est le nom de la principale application qui gère la monture. Son processus exécutable se nomme **eqmod.exe**. C'est ce dernier nom qu'il faut chercher avec le gestionnaire des tâches de Windows quand on veut tuer l'application.
- Les termes EQMOD et EQASCOM sont utilisés et utilisables de manière interchangeable.
- Il semble qu'EQMOD soit compilé à partir du système de développement visual Basic 6.0 (VB6) qui est un système de développement relativement ancien. Si on n'en a pas conservé une version sur un pc en état de marche, il est extrêmement difficile de s'en procurer une. Personnellement, je n'ai pas réussi.

EQASCOM est un serveur COM qui fait tout le nécessaire auprès de windows. Les informations suivantes sont réservées aux curieux :

- Le pilote lui-même s'appelle eqmod.exe, le simulateur eqmod_sim.exe. Bien qu'ils aient une

extension .exe, ces «exécutables» ne sont pas destinés à être exécutés de manière autonome mais sont plutôt démarrés automatiquement par la plate-forme ASCOM chaque fois que le pilote EQASCOM est sélectionné par une application cliente.

- Aux exécutables sont associés des fichiers auxiliaires et des dll qui fournissent une traduction dans différentes langues : EQMODFR.dll (français), EQMODES.dll (espagnol) et EQMODNL.dll (néerlandais). Si ces dll de langue sont absentes EQASCOM fonctionnera en anglais.
- Il existe également trois exemples de fichiers wav que EQASCOM peut lire pour avertir des conditions d'alarme ou de l'exécution de la fonction.

Les fichiers .exe, .dll et .wav sont installés dans \Program Files\Common Files\ASCOM\Telescope. Les codes sources (optionnels) sont dans \ Program Files\Common Files\ASCOM\Telescope\Source\EQMOD\EQASCOM.

Le manuel EQMOD et les notes de version sont placés dans le répertoire \Program Files\EQMOD. Tous les paramètres utilisateur des applications EQMOD sont stockés à l'aide de fichiers texte avec une extension .ini. Ils sont stockés dans le répertoire "application data", chaque utilisateur a ses propres données d'application afin que différents utilisateurs puissent avoir des paramètres différents. Pour trouver l'emplacement des données d'application, tapez % appdata%\eqmod dans la barre d'adresse de l'explorateur (assurez-vous que vous pouvez voir les fichiers cachés). Pour le type de simulateur % appdata%\eqmod_sim

Les fichiers ini sont créés lors de la première exécution d'EQASCOM ou du simulateur. Vous pouvez les supprimer et ils seront remplacés par de nouveaux contenant des valeurs par défaut. Certaines fonctionnalités "avancées" ou le développement en cours peuvent nécessiter une édition manuelle des fichiers ini.

2.3 Liaison PC - Monture (câble EQDirect-USB ou EQDIR)

La gestion des montures SkyWatcher EQ5, EQ6 et parentes se fait de 3 manières différentes.

Sur certaines montures récentes (post 2019) il existe un port USB (paramétré à 115000 bauds au niveau de la carte contrôleur) qui permet une liaison directe monture-PC de type USB-USB. Cette possibilité étant très récente, il y a peu de retour d'expérience.

La liaison traditionnelle est une liaison directe de la monture au pc (la raquette n'est pas utilisée) via un câble qui effectue la conversion USB-série TTL à l'aide d'un circuit FTDI. Ce câble est appelé EQDIR ou EQDirect-USB dans la documentation EQASCOM, mais aussi interface USB-HEQ5 Direct, USB-EQ6 Direct, EQMOD, EQMOD-USB, etc. Dans le cas de l'AZ-EQ6, le câble est muni, coté monture d'une prise RJ45 (à 8 broches) qui se branche dans le connecteur "Hand Control" de la monture. De l'autre côté la prise USB se branche au PC. Le circuit FTDI intégré au câble fourni des niveaux TTL coté monture. C'est la méthode classique qui est recommandée avec les montures fabriquées avant 2019.

Il existe une autre possibilité qui utilise la raquette et le câble RS232 qui est fourni avec elle. Cette possibilité nécessite un adaptateur RS232-USB pour effectuer la liaison avec le PC. Pour utiliser cette liaison avec EQMOD, il faut sélectionner dans la raquette le mode dit "PC-Direct". Il semble que cette possibilité pose parfois des problèmes. Le logiciel EQMOD a été écrit avant que le mode raquette "PC-Direct" existe. Il y est peut-être mal adapté. Cette manière n'est donc pas recommandée par les concepteurs d'EQMOD.

On trouvera des schémas de ces câbles sur cette page web :

<http://eq-mod.sourceforge.net/eqdirect2.htm>

Pour vérifier le bon fonctionnement du câble de liaison EQDirect-USB, ouvrir le gestionnaire de périphériques (clic-droit sur icône Windows en bas à gauche, sélectionner "gestionnaire de périphériques"). Brancher le câble côté PC (pour cette première étape, il est inutile que le câble soit branché à la monture). Si le câble est bien reconnu, deux nouvelles lignes vont apparaître dans le gestionnaire :

- Rubrique Contrôleurs de bus USB :

 - Usb Serial Converter.

- Rubrique Ports (COM et LPT)

 - USB Serial Port (COM#)

avec un numéro à la place de #, par exemple COM3 ou COM5.

Vérifier en enlevant le câble que cette dernière ligne disparaît et qu'elle ré-apparaît lorsqu'on le branche pour être certain que ces lignes concernent bien le branchement du câble EQDirect-USB.

Dans mon cas, le câble a été reconnu par Windows sans que j'utilise de driver supplémentaire. Si ce n'est pas le cas, voici un lien sur le driver proposé par le fabricant du chip :

<https://www.ftdichip.com/Drivers/CDM/CDM%20v2.12.28%20WHQL%20Certified.zip>.

Les vendeurs (Clef des étoiles, Pierro Astro...) proposent également des liens vers les drivers.

Pour terminer voici un lien sur une page de Greg McCall donnant de plus amples explications sur ce sujet :

http://www.astrophotosite.com/tiki-index.php?page=Sky-Watcher_Mount_connection_options

2.4 Répertoires à connaître

Il y a deux raccourcis système à connaitre qui permettent de désigner plus rapidement deux répertoires utilisateurs importants. Ce sont :

Répertoire	Raccourci équivalent
C:\Users\ nom_utilisateur \AppData\Roaming	%APPDATA%
C:\Users\ nom_utilisateur \AppData\Local	%LOCALAPPDATA%

ou **nom_utilisateur** est à remplacer par votre nom utilisateur.

Depuis les versions récentes de Windows, les applications ne peuvent plus écrire dans les sous-répertoires systèmes de windows C:\Program Files ou C:\Program Files (x86) où elles sont installées. Lorsqu'elles le font windows fait une la substitution d'adresse suivante :

Répertoire visé	Adresse substituée
C:\Program Files	C:\Users\ nom_utilisateur \AppData\Local\VirtualStore\Program Files
C:\Program Files (x86)	C:\Users\ nom_utilisateur \AppData\Local\VirtualStore\C:\Program Files (x86)

En utilisant les raccourcis précédents on a plus simplement :

Répertoire visé	Adresse substituée
-----------------	--------------------

C:\Program Files	%LOCALAPPDATA%\VirtualStore\Program Files
C:\Program Files (x86)	%LOCALAPPDATA%\VirtualStore\Program Files (x86)

autrement dit, on remplace **C:** par **%LOCALAPPDATA%\VirtualStore**.

En utilisant ces raccourcis, voici les emplacements à connaitre pour une utilisation avancée d'EQMOD :

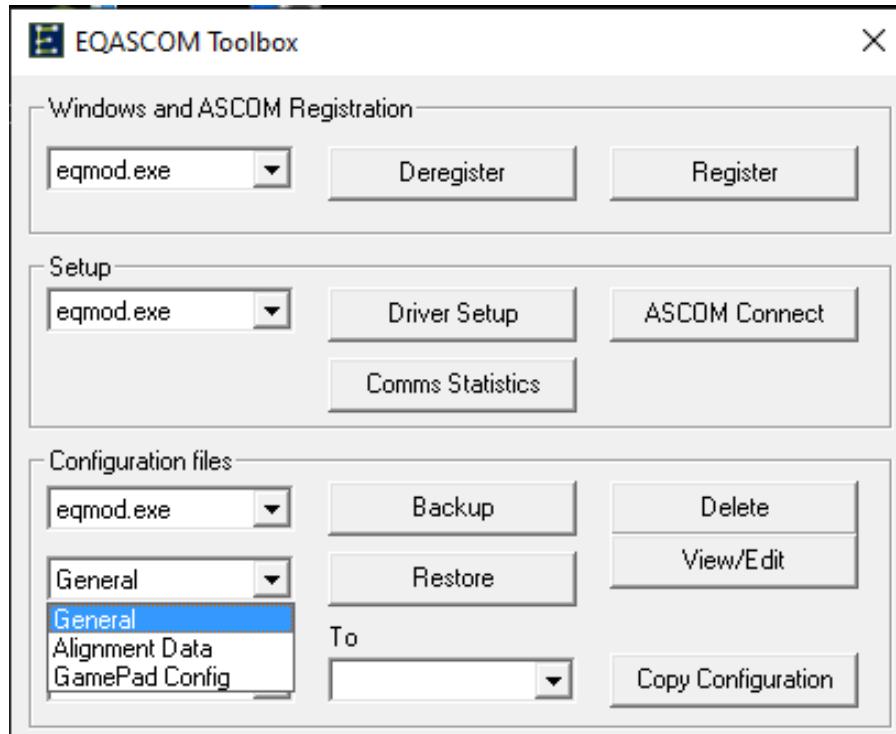
- **%APPDATA%\EQMOD** : contient les fichiers *.ini et des fichiers de paramètres *.txt. Ils sont décrits section 7.1.
- **C:\Program Files (x86)\EQMOD** : contient des exécutables d'utilitaires EQMOD et en particulier **EQMOD_toolbox.exe** et **EQMODmonitor.exe**.
- **C:\Program Files (x86)\Common Files\ASCOM\Telescope** : contient de nombreux fichiers de base, et des fichiers audios.
- **%LOCALAPPDATA%\VirtualStore\Program Files (x86)\Common Files\ASCOM** : On y trouvera le répertoire **Telescope**
- **%LOCALAPPDATA%\VirtualStore\Program Files (x86)\EQMOD** : On y trouvera les répertoires EQMODLX, PEC, PECPREP, scripts...

2.5 Quand EQMOD bugge

Il peut arriver qu'EQMOD marche mal ou n'arrive plus à accéder à certains fichiers. Avant de tout ré-installer, on peut essayer de redémarrer EQMOD dans sa configuration initiale. Pour cela il suffit d'effacer les fichiers textes *.ini qui se trouvent dans le répertoire %APPDATA%\EQMOD. Ce sont en particulier les fichiers ALIGN.ini, EQMOD.ini, JOYSTICK.ini... Ils seront reconstruits au démarrage suivant, mais on aura perdu tous les paramètres personnels. Généralement il suffit d'effacer EQMOD.ini, ou de le renommer si on veut le conserver pour comparer son contenu à celui de sa nouvelle version.

Quand ces *.ini fichiers sont corrompus, **une ré-installation d'EQMOD ne réglera pas le problème**, car ces fichiers sont conservés d'une installation sur l'autre !! Il faut détruire le fichier corrompu. Les fichiers absents sont automatiquement reconstruits.

Dans le répertoire d'installation d'EQMOD, il y a l'application **EQMOD_toolbox.exe** qui permet de gérer ou ré-initialiser ces fichiers en cas de problème, mais aussi des conflits de drivers...



Ci-après un conseil donné par Chris Shillito sur EQMOD@yahoogroups.com EQMOD@groups.io:
*Vous pouvez utiliser l'application **EQMOD_toolbox.exe** installée avec EQMOD (par défaut dans **C:\Program Files (x86)\EQMOD**) pour dés-enregistrer individuellement les pilotes **eqmod.exe**, **eqmod_2.exe** ou **eqmod_sim.exe** (qui par défaut se trouvent dans **C:\Program Files (x86)\Common Files\ASCOM\Telescope**). Une fois dés-enregistré, le pilote sélectionné n'apparaît plus dans la liste de "sélecteur" ASCOM.*

Si, pour une raison quelconque, votre pilote eqmod.exe est à l'origine de problèmes lors du démarrage, vous pouvez essayer de supprimer le fichier eqmod.ini qui lui est associé. De nouveau, vous pouvez utiliser EQMOD_toolbox.exe pour le faire. Dans la zone "Configuration files" sélectionnez "eqmod.exe" et "General" puis appuyez sur le bouton "Delete". EQMOD créera ensuite un nouveau fichier ini lors de son prochain lancement avec des valeurs par défaut (vous devrez donc configurer votre comportement, les détails du site à nouveau, etc.).

3 Rappels sur les pointages

Ces rappels ne concernent pas EQMOD, mais précisent des éléments qui sont nécessaires à la compréhension de certaines de ses fonctionnalités. Les astronomes amateurs habitués aux montures équatoriales peuvent sauter ce chapitre, ou le parcourir rapidement pour voir des notations qui sont utilisés par la suite.

3.1 Les coordonnées utilisées

La base céleste équatoriale (C_E) a son axe z dirigé vers le pôle céleste Nord (à moins de 1° de l'étoile Polaire). L'axe des x est selon l'intersection du plan de l'écliptique et de l'équateur, dirigé coté point vernal (point γ). L'axe des y , dans le plan de l'équateur, complète le trièdre.

Une direction visée est repérée dans la base céleste par deux angles :

- *l'ascension droite* notée **AD** dans les affichages EQMOD (RA dans les versions anglaises) ,
- *la déclinaison* notée **DEC**.

Attention :

- L'angle AD est un angle de rotation qui suit la convention des mathématiciens. Il est positif dans le sens trigonométrique direct (antihoraire) autour de l'axe z.
- L'angle de déclinaison ne suit pas cette convention, dans laquelle il serait positif dans le sens qui amène l'axe z vers l'axe x. C'est le contraire : c'est un angle de site qui est positif dans une rotation de sens trigonométrique rétrograde autour de l'axe y
- L'angle AD tourne dans le sens horaire sur les cartes du ciel autour de l'étoile polaire, car elles sont vues avec l'axe z fuyant de l'autre côté de la carte.

La base céleste équatoriale locale (L_E) liée au support de la monture a en commun avec la base céleste équatoriale l'axe des z dirigé vers le pôle Nord. Mais son axe des x est à l'intersection du plan de l'équateur et du méridien local, sens vers le Sud. L'axe des y complète le repère, intersection du plan de l'équateur et du plan horizontal local, sens vers l'Est. La base L_E se déduit de la base C_E par une rotation autour de l'axe z de l'angle LST dans le sens trigonométrique positif, qui est tout à la fois l'ascension droite du méridien local et le temps sidéral local.

Les angles de rotation mesurés au niveau de la monture sont :

- *l'angle horaire* de la direction visée que nous noterons **H**, qui vaut 12h pour la partie du méridien qui va du pôle Nord à l'horizon Nord, 0h pour la partie du méridien qui va du pôle Nord à l'horizon Sud et qui à partie de cette partie augmente d'une heure vers l'Ouest tous les 15°.
- la déclinaison **DEC** est identique à celle des coordonnées célestes.

Pour une direction stellaire, l'ascension droite et l'angle horaire sont liés par la relation :

$$H = LST - AD$$

LST augmente d'environ 23h56' par jour. Il en résulte que pour une direction stellaire, H augmente dans les mêmes proportions, grossièrement comme l'heure commune.

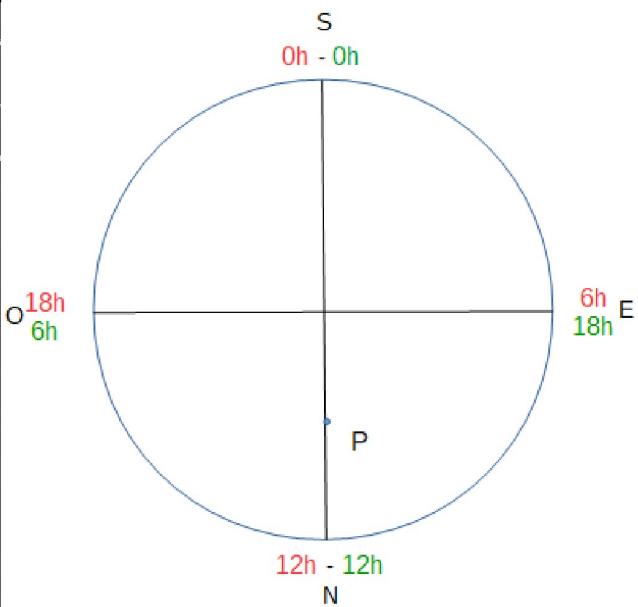
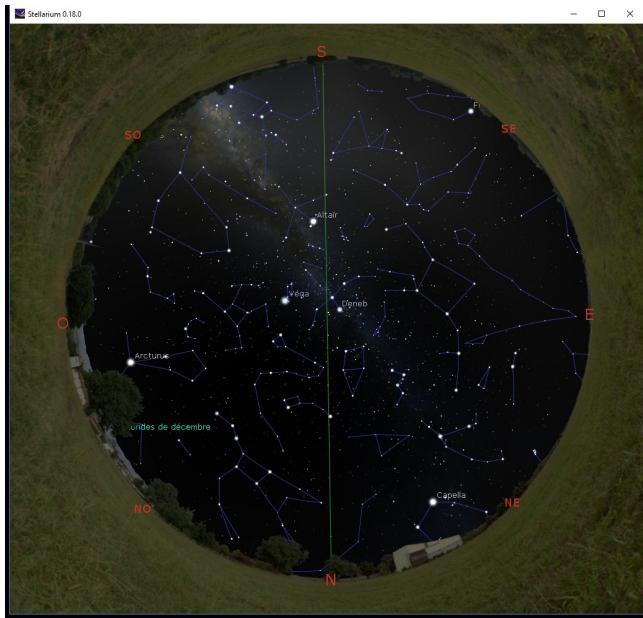
Dans la documentation EQMOD, l'angle appelé ascension droite (AD ou RA suivant la langue) est parfois l'angle d'ascension droite que nous venons de définir, mais la plupart du temps c'est l'**opposé de l'angle horaire**, à savoir l'angle V défini par :

$$V = 24 - H = AD - LST \text{ modulo } 24h$$

Ce modulo 24h est important car il permet aussi bien pour H que pour V de ne manipuler que des valeurs positives.

Ce choix est très pratique car il permet de repérer une direction fixe dans le repère de la monture au moyen d'un angle qui varie dans le même sens que l'ascension droite et qui vaut 0h quand la

direction est dans le méridien coté Sud et 12h quand elle est dans le méridien coté Nord. Il vaut 6h pour l'Est et 18h pour l'Ouest (alors que H vaut 18h pour l'Est et 6h pour l'Ouest).



Les planiciels affichés par EQMOD, sont vus par un observateur qui regarde en direction du Nord et qui voit l'horizon Nord en bas devant lui, l'Est à sa droite et l'Ouest à sa gauche. Il doit lever la tête pour voir le Zénith et se cabrer en arrière pour voir le Sud. C'est la vue présentée aussi par les logiciels de planétarium (Cartes du Ciel, Stellarium...) en très grand champ de vue quand on place le Nord en bas. Les nombres en vert sont les angles horaires, 0h pour le Sud, 6h pour l'Ouest (attention, ici l'Ouest est à gauche alors que lorsqu'on regarde vers le Sud l'Ouest est à droite), 12h pour le Nord et 18h pour l'Est.

Les nombres en rouge sont les angles V (opposé de l'angle horaire et abusivement nommés ascension droite dans la documentation EQMOD). On constate sur ce planiciel, que l'angle V (comme les angles d'ascension droite) tournent dans le sens horaire (comme nous l'avons déjà signalé un peu plus haut) et que les angles horaires tournent dans le sens anti-horaire, ce qui est souvent une source de confusions.

On constate l'avantage de cet angle V qui tourne dans le sens horaire sur ce planiciel, qui de ce fait peut être vu comme un cadran horaire.

3.2 Configuration origine et configuration HOME

En **configuration origine** de la monture on aurait (conditionnel, car cette configuration n'est pas utilisée en pratique) :

$$H = V = 0, DEC = 0,$$

La barre des contre-poids serait dirigée plein Est ($H = 0$) et la lunette serait dirigée vers le point Sud de l'équateur. Si à partir de cette position on amène la DEC à $+90^\circ$ en tournant la lunette du côté du zénith, elle pointera vers le pôle céleste. Puis en faisant tourner la barre des contre-poids de $-6h$ en angle horaire, on la positionne dans le plan vertical en direction du sol. La monture est alors en

configuration **HOME** avec :

$$H_{\text{home}} = 18h, V_{\text{home}} = 6h,$$

$$\text{DEC}_{\text{home}} = 90^\circ$$

En configuration dite HOME :

- la tête de la monture est dirigée vers le point Sud de l'équateur et à son opposé la barre des contre-poids dirigée vers Nord et vers le sol,
- la lunette est dirigée vers le pôle céleste.

3.3 Coordonnées principales et secondaires

Une direction quelconque d'angle horaire H , et déclinaison DEC quelconques peut être visée par la monture selon deux couples de coordonnées différentes :

- un **couple principal** avec $|DEC_p| < 90^\circ$
- un **couple secondaire** avec $|DEC_s| > 90^\circ$
- Ces deux couples sont confondus pour $DEC_p = DEC_s = \pm 90^\circ$

Une direction stellaire est généralement spécifiée par un couple *principal*. Le couple secondaire, s'obtient à partir du couple principal par :

$$H_s = H_p + 12h$$
$$DEC_s = 180^\circ - DEC_p$$

Étant donné les modulos 24h et 360° , ces formules sont valables en permutant P et S.

De ces deux solutions, nous conviendrons que le couple principal est celui pour lequel DEC_p augmente quand on appuie sur le bouton N (Nord).

Si la direction pointée par la barre des contre-poids de la monture est maintenue sous le plan horizontal, les couples principaux sont utilisés pour les directions de la partie Est de la voûte céleste et les couples secondaires sont utilisés pour la partie Ouest.

Attention, dans un oculaire, tout est inversé, mais comme les étoiles bougent en sens inverse du déplacement de la direction pointée, si on vise une étoile coté Est (couple de coordonnées principales a priori) avec le pôle Nord au-dessus de cette étoile quand on va appuyer sur le bouton du haut de la commande manuelle (bouton N), la monture va monter vers le pôle, l'étoile va descendre le champ visé, mais elle va bouger en sens inverse dans le champ vue semblant monter vers le pôle.

Si on ne sait pas quel est le couple de coordonnées affiché, alors si en appuyant sur N, la DEC augmente c'est le principal, sinon c'est le secondaire.

Si on augmente la DEC en appuyant sur N depuis le coté Est ou S depuis le coté Ouest, la DEC augmente vers 90° , sans que l'AD change, atteint 90° , puis se met à diminuer, Au moment du passage à 90° la valeur de l'AD fait un saut de 12h. L'affichage est passé d'un couple de

coordonnées à l'autre et d'un coté du méridien à l'autre. Le changement de couple ne peut se faire qu'en passant par le pôle, alors que si on franchit le méridien ailleurs on reste sur le même couple, mais les contre-poids passent au dessus de la tête de la monture.

3.4 Configuration contre-poids en bas ou en haut

Nous noterons **CWU** (Counter Weight Up) la configuration avec la barre des contre-poids dirigée vers le ciel et **CWD** (Counter Weight Down) la configuration avec la barre des contre-poids dirigée vers le sol :

- CWU : H est autour de 6h : $H \in [0h, 12h]$ et V est autour de 18h.
- CWD : H est autour de 18h : $H \in [12h, 24h]$ et V est autour de 6h.

La frontière des deux domaines associés à ces deux configurations **est le méridien local** qui correspond à $H = 0h$ et $H = 12h$. Dans ces deux cas la barre des contre-poids est horizontale et la lunette vise une direction qui est contenue dans le méridien local.

3.5 Basculement au méridien

Nous avons vu qu'une étoile qui est du coté Est du méridien est, en configuration CWD, pointée en coordonnées principales, et qu'une étoile qui est du coté ouest du méridien est, en configuration CWD, pointée en coordonnées secondaires.

Si on effectue un changement de visée entre 2 directions qui sont de part et d'autre du méridien et qu'on cherche à rester dans le domaine CWD, on a devra changer de couple de coordonnées soit couple origine vers couple secondaire, soit l'inverse. Dans les deux cas, on opère un changement de couple à la traversée du méridien en passant par le point où les deux couples sont confondus

$$DEC_P = DEC_S = \pm 90^\circ , \text{ c'est-à-dire par un pôle.}$$

Avec cette stratégie de maintien en configuration CWD, si on suit une étoile qui passe d'un coté du méridien à l'autre on va commuter de (H_p, DEC_p) à (H_s, DEC_s) si l'étoile est coté horizon Sud par rapport à la polaire, où inversement de (H_s, DEC_s) à (H_p, DEC_p) si l'étoile est coté horizon Nord par rapport à la polaire. Ceci va entraîner une rotation de l'angle horaire de 12h et une rotation variable de la déclinaison de quelques degrés si la direction était proche d'un pôle à près de 180° si la direction était proche de l'équateur. **Ce basculement est nécessaire si on veut empêcher que la barre des contre-poids franchisse le plan horizontal.**

Pour éviter ce basculement, par exemple pendant une pose photo, on peut pendant une courte période conserver le couple de coordonnées initial au-delà du méridien. La monture passe alors en configuration CWU pendant cette courte période. C'est quand même risqué.

3.6 Coordonnées numériques des axes motorisés

Nous noterons $dec_{\mu\text{pas}}$ et $H_{\mu\text{pas}}$ les valeurs numériques des compteurs des axes de rotation en déclinaison et en angle horaire. Ces valeurs sont toujours positives. Notons N le nombre de micro-pas par tour extérieur. N vaut 9024000 pour le simulateur de télescope EQMOD et N vaut 9216000 dans le cas des EQ5 - EQ6.

3.6.1 Axe de déclinaison

La relation qui lie l'angle de déclinaison dec_{deg} en degrés au nombre de micro-pas $dec_{\mu pas}$ du compteur du moteur de déclinaison est :

$$dec_{deg} = \frac{360}{N} (dec_{\mu pas} - 8388608)$$

où 8388608 correspond à 80 0000 en base hexadécimale.

3.6.2 Axe horaire

La relation qui lie l'angle horaire H_{hor} ($= T_{sidLoc} - Asc_{droite}$) en heure de la direction pointée à déclinaison nulle, au nombre de micro-pas $H_{\mu pas}$ du compteur du moteur d'ascension droite est ;

$$H_{hor} = \frac{24}{N} (H_{\mu pas} - 8388608) + 18h$$

3.6.3 Coordonnées équatoriales affichées

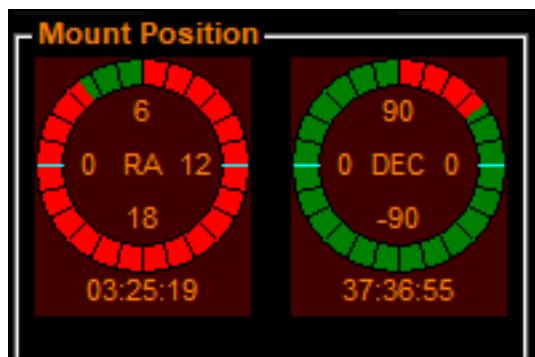
Les coordonnées affichées par EQMOD sont systématiquement les coordonnées principales. Ainsi :

Si $|dec_{deg}| \leq 90^\circ$ alors $AD = T_{sidLoc} - H_{hor}$ et $DEC = dec_{deg}$

Mais si $|dec_{deg}| > 90^\circ$ alors $AD = (T_{sidLoc} - H_{hor}) + 12h$

et $DEC = 180^\circ - dec_{deg}$ si $dec_{deg} > 90^\circ$ ou $DEC = -180^\circ - dec_{deg}$ si $dec_{deg} < -90^\circ$

3.6.4 Cadran horaire EQMOD



Pour afficher l'angle de rotation de la monture autour de son axe polaire sur un cadran gradué en heures dans le sens horaire, EQMOD utilise souvent un cadran comme celui de gauche sur la figure ci-dessus. Il indique la position de la tête de la monture, avec l'Ouest à gauche coté 0h et l'Est à droite coté 12h. L'intérêt de cette graduation est qu'elle varie dans le même sens que l'ascension droite (en sens opposé à l'angle horaire). Sur ce cadran EQMOD affiche l'angle V ($= 24h - H$), opposé à l'*angle horaire* que nous avons vu en section 3.1.

- Quand la barre des contre-poids est en bas et la tête de la monture tout en haut, on a $H_{hor} = 18h$, d'où $V = 6h$, point haut du cadran.
- Quand la tête de la monture est plein Est, on a $H_{hor} = 12h$, d'où $V = 12h$, point droit du cadran.

- Quand la tête de la monture est plein Ouest, on a $H_{hor} = 24h$, d'où $V = 0h$, point gauche du cadran.

3.6.5 Coordonnées stellaires

Étant donné les valeurs trouvées pour H_{hor} , et dec_{deg} et connaissant le temps sidéral local LST, on peut en déduire la direction stellaire pointée en coordonnées *principales*.

Il faut d'abord ramener dec_{deg} entre -180 et $+180^\circ$. Supposons que cela soit fait pour dec_{deg} .

Si $|dec_{deg}| < 90^\circ$ alors on a :

- DEC = dec_{deg}
- AD = $(LST - H_{hor})$ modulo 24h

Si $|dec_{deg}| > 90^\circ$ alors on a :

- DEC = $180^\circ - dec_{deg}$ si $dec_{deg} > 0$ ou $-180^\circ - dec_{deg}$ sinon.
- AD = $(LST - H_{hor} + 12h)$ modulo 24h

Ce sont ces deux valeurs DEC et AD qui sont affichées dans le cartouche *Position Monture* qui est décrit section 4.5.

Ainsi dans le cas de la monture simulée on a les principales correspondances suivantes :

H_{hor}	6h	9h	12h	15h	18h	21h	24h	3h	6h
$H_{\mu pas}$	3876608	5004608	6132608	7260608	8388608	9516608	10644608	11772608	12900608
V	18h	15h	12h	9h	6h	3h	0h	21h	18h

Et dans le cas de l'EQ6, on a :

H_{hor}	6h	9h	12h	15h	18h	21h	24h	3h	6h
$H_{\mu pas}$	3780608	4932608	6084608	7236608	8388608	9540608	10692608	11844608	12996608
V	18h	15h	12h	9h	6h	3h	0h	21h	18h

avec en orange les zones où la barre des contre-poids est en-dessous du plan horizontal et en bleu les zones où elle est au-dessus du plan horizontal.

En ce qui concerne la déclinaison, dans le cas de la monture simulée on a les principales correspondances suivantes :

dec_{deg}	-180°	-135°	-90°	-45°	0°	45°	90°	135°	180
$dec_{\mu pas}$	3876608	5004608	6132608	7260608	8388608	9516608	10644608	11772608	12900608
DEC	0°	45°	-90°	-45°	0°	45°	90°	45°	0°

Et dans le cas de l'EQ6, on a :

dec_{deg}	-180°	-135°	-90°	-45°	0°	45°	90°	135°	180
$dec_{\mu pas}$	3780608	4932608	6084608	7236608	8388608	9540608	10692608	11844608	12996608
DEC	0°	45°	-90°	-45°	0°	45°	90°	45°	0°

En rouge le télescope pointe le côté Est du méridien, et en vert le côté Ouest lorsque la barre des contre-poids est en-dessous du plan horizontal. C'est l'inverse si elle est au-dessus.

La valeur $dec_{deg} = \pm 90^\circ$ représente une frontière où il y a commutation de solution pour les

coordonnées. A priori, sauf si on autorise momentanément le passage des contre-poids en position haute, il s'y produit un changement de configuration qui se traduit par des variations dans les jeux et imperfections diverses de la monture.

Une deuxième frontière moins prononcée peut être considérée : c'est le franchissement de $H_{hor} = 18h$, position basse des contre-poids. Le déséquilibre de la monture va avoir tendance soit à ramener la monture vers cette position, soit à l'écartier de cette position, provoquant dans les deux cas une commutation à l'intérieur du jeu en angle horaire, qui peut ne pas se produire dès le franchissement si le déséquilibre est faible devant les frottements.

En définitive, ces deux frontières délimitent 4 zones de fonctionnement de la monture :

	$ dec_{deg} \leq 90^\circ$ Pointage Est	$ dec_{deg} \geq 90^\circ$ Pointage Ouest
$H_{hor} \leq 18h$ (Tête Est)	Pointage Est - Tête Est	Pointage Ouest - Tête Est
$H_{hor} \geq 18h$ (Tête Ouest)	Pointage Est - Tête Ouest	Pointage Ouest - Tête Ouest

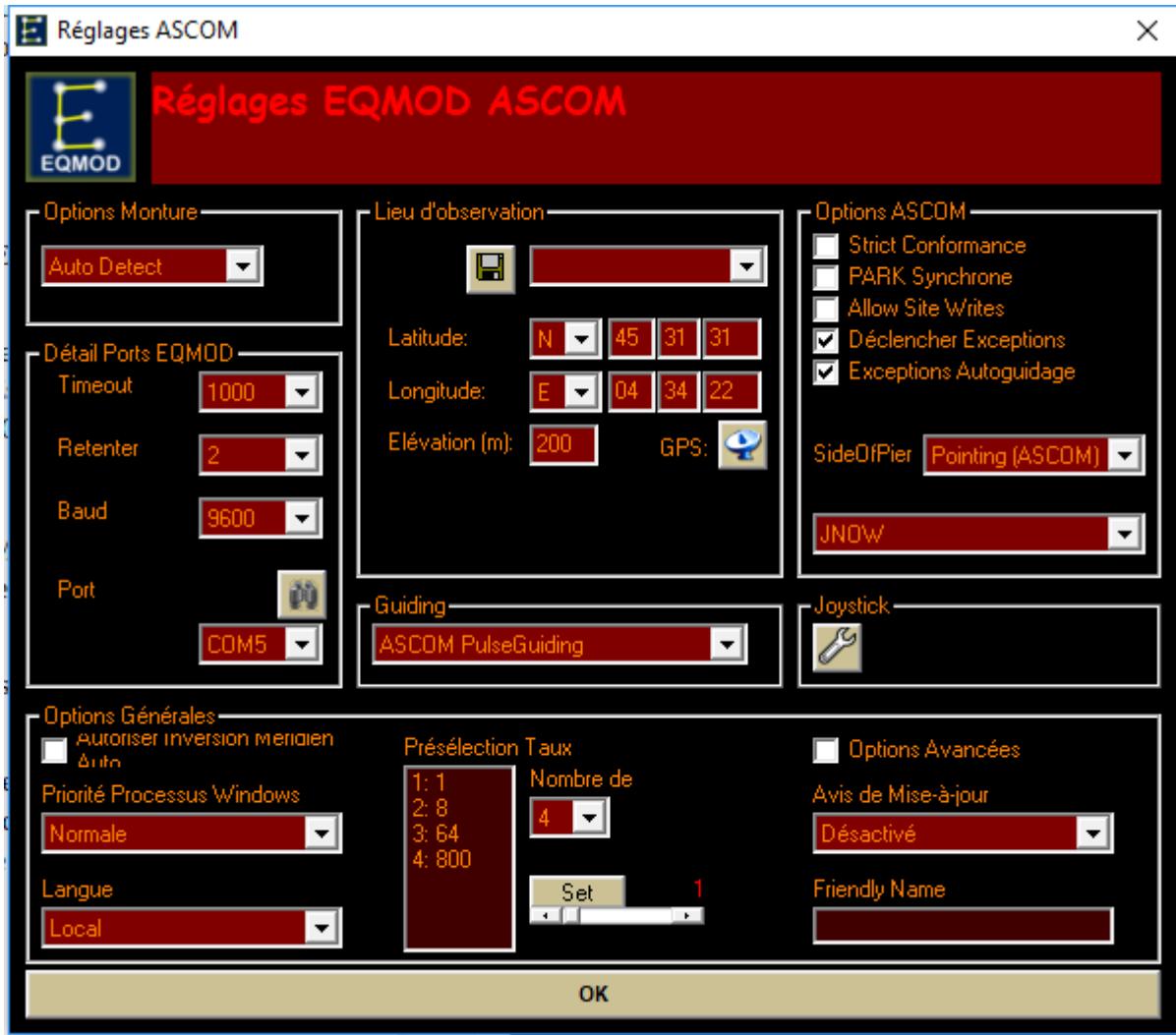
4 L'application EQMOD

La monture peut être gérée sans logiciels tiers à l'aide d'applications lancées depuis le menu de commande Windows, dans le dossier EQMOD ou par des scripts en Visual Basic qui se trouvent dans le répertoire xx/EQMOD/scripts (xx/EQMOD désignant le répertoire où ont été installées les interfaces EQMOD, généralement le répertoire C:\Program Files (x86)\EQMOD dans le cadre d'une installation standard, voir section 2.2). Ces scripts sont des fichiers texte ayant pour extension "vbs". Ils sont exécutables sous Windows.

Dans ce qui suit, nous nommons commande manuelle EQMOD (ou commande manuelle tout court) le fait de déplacer la monture à l'aide des boutons de commande Nord, Sud, Est et Ouest, ou à l'aide de la souris associée au Pad EQMOD ou à l'aide d'un gamepad connecté à EQMOD. En fait elle n'a de manuel que le fait qu'elle n'est pas automatique vers un but programmé.

4.1 Setup EQMOD : Réglages EQMOD ASCOM

Les paramètres de base d'EQMOD concernent principalement la liaison PC-Monture, le lieu d'observation, le mode de guidage éventuel, le joystick de commande éventuel, et quelques autres paramètres réservés aux connaisseurs.



Le paramétrage est effectué par une application spécialisée qui peut être lancée depuis le menu de commande Windows, dans le dossier EQMOD, ligne "**SETUP EQASCOM**". On peut aussi la lancer par le script "C:\Program Files (x86)\EQMOD\scripts\eqascom_setup.vbs" dans le cadre d'une installation standard (voir section Erreur : source de la référence non trouvée).

Lorsqu'une application tierce de type Planétarium demande la connexion au télescope, elle active généralement un dialogue ASCOM nommé "Telescope chooser" qui permet de choisir parmi les divers drivers gérés par ASCOM. On choisira ici la ligne **EQMOD HEQ5/6** ou avoisinante. Dans ce dialogue un bouton "Propriétés" active également le setup d'EQASCOM. Nous insistons sur ces diverses manières d'accéder à ce setup car dans les fonctions de l'application EQMOD elle-même que nous décrirons ensuite, il n'y a pas de fonction interne qui permette d'accéder à ce setup.

Le setup EQASCOM ouvre une fenêtre intitulée "Réglages EQMOD ASCOM" ou "ASCOM Setup".

4.1.1 Cadre "Détails Ports EQMOD"

Si ce n'est pas déjà renseigné, renseigner :

- "Timeout" à 1000 ou 2000,
- "Retenter" ou "Retry" à 1 ou 2

- Baud à 9600

Puis cliquer sur les "jumelles". Le port COM# avec # = un numéro inférieur à 10 doit être trouvé (found) si la monture est sous-tension. C'est le numéro attribué par le gestionnaire de périphériques au câble USB qui envoie des commandes à la monture. Dans le cas du câble EQDirect-USB à chipset FTDI, ce chipset essaie d'obtenir toujours le même numéro, ce qui est bien commode.

4.1.2 Cadre "Lieu d'observation"

Renseigner le lieu d'observation. On peut enregistrer les données fournies pour divers sites et les retrouver au moyen de la liste.

Je ne l'ai pas testé, mais le bouton GPS avec une parabole doit permettre de renseigner automatiquement les champs, si on utilise un GPS connecté par ASCOM.

4.1.3 Cadre "Guiding"

Concerne la méthode utilisée pour envoyer à la monture les ordres de guidages fournis par un logiciel comme PHDGuiding. On choisira entre : ST-4 (les ordres transitent par un câble supplémentaire qui relie la caméra directement à la monture) ou ASCOM PulseGuiding (pas besoin de câble supplémentaire, les ordres passent par le câble utilisé par EQMOD-ASCOM pour piloter la monture).

4.1.4 Cadre "Joystick"

Permet de configurer un gamepad pour la conduite manuelle de la monture via EQMOD (voir section 4.16).

4.1.5 Cadre "Options Générales"

- La case à cocher "**Autoriser inversion Méridien Auto**" permet ou non d'autoriser l'activation de cette option qui est accessible en section 4.17. Il faut que la case soit cochée ici **et** en section 4.17 pour que l'inversion automatique soit effectuée par EQMOD.
- Le sélecteur "**Priorité Processus Windows**" permet de choisir la priorité affecté par Windows à EQMOD : Normale, SupraNormale, Haute, Temps Réel. Ne pas choisir cette dernière qui place EQMOD au même niveau que les réponses de Windows aux actions de l'opérateur sur la souris et le clavier, ce qui peut produire des comportements non désirés.
- Le sélecteur "**Langue**" offre le choix entre la langue *Locale* et *l'Anglais*.
- Les sélecteurs "**Nombre de**" permet de choisir le nombre de vitesses manuelles préprogrammées pour le déplacement de la monture. En sélectionnant une ligne dans la colonne, "Présélection Taux", le curseur "Set" permet de choisir la vitesse affectée à son taux (voir utilisation dans le cadre "Controle Pointage" en section 4.2).
- La case à cocher "**Options avancées**" offre comme son nom l'indique des possibilités supplémentaires, par exemple une méthode alternative pour définir les triangles utilisés dans la correction des alignements.
- Le sélecteur "**Avis de Mise-à-jour**" permet d'être averti de l'existence d'une mise-à-jour qui sera indiquée par un bouton "Updates!" affiché dans le volet principal de la fenêtre

EQMOD.

- Le cadre "**Friendly Name**" permet de nommer l'instance d'EQASCOM. Cela peut être intéressant si on a différentes montures et installé une instance d'EQASCOM différente pour chacune d'entre elles. Pour s'y reconnaître on donne un nom différent à chaque instance, ce qui permettra de ne pas faire de confusion avec les fichiers de paramétrages de chaque monture.

4.1.6 Cadre "Options ASCOM"

- Strick Conformance : ?
- Si la case à cocher "**Park Synchrone**" est cochée, le mouvement de parking est non interruptible par les applications tierces. Elles ne peuvent envoyer de nouvelle commande à la monture qu'à la fin de l'opération. Si la case n'est pas cochée, elles peuvent interrompre le mouvement.
- Allow Site Writes : ?
- Liste déroulante "**SideOfPier**" : 4 options : Pointing (ASCOM), Physical, None (ASCOM), V1.24g. A priori, il faut laisser le choix sur **Pointing (ASCOM)** qui correspond à la définition la plus récente de "Side Of Pier". Au tout début d'ASCOM (début des années 2000) ce que recouvrait ce terme n'était pas très bien défini. Sa signification a été clarifiée et il y a quelques années, mais pour laisser la rétrocompatibilité avec d'anciennes applications qui n'utilisaient pas la nouvelle signification, cette liste d'options a été créée. D'après ce que j'ai compris, le Pier est la tête de la monture et Side of Pier serait le côté (Est ou Ouest) vers lequel penche cette tête. C'est le côté opposé à la direction pointée par la barre des contre-poids. En position Home, la barre des contre poids est contenue dans le méridien et pointe vers le sol, la tête est dans le méridien, et pointe vers le ciel, entre Est et Ouest.
- Une liste déroulante permet de choisir l'époque des coordonnées utilisées : Jnow, J2000.... Chris Shillito indique que ce paramètre n'est qu'informatif et suggère de laisser sur "none" (je pense que cela correspond à "Epoch unknow"), et il précise "EQMOD itself really doesn't care what epoch is used", c'est-à-dire que cette option ne produit aucun effet sur les actions générées par EQMOD. Il indique que ce qui est important c'est que d'une part les logiciels externes (planétarium, logiciels d'astrométrie...) utilisent tous la même époque et que d'autre part, au niveau d'EQMOD la même époque soit utilisée pour les coordonnées des Gotos et pour l'alignement.

Laisser les paramètres non décrits inchangés, puis **cliquer sur OK pour fermer cette fenêtre**.

Ces paramètres sont sauvegardés avec d'autres dans le fichier
%APPDATA%/EQMOD/EQMOD.ini qui est créé s'il n'existe pas.

4.2 Démarrage autonome d'EQMOD

Quel que soit le logiciel qui accède à la monture par le biais d'EQASCOM, il le fait par l'intermédiaire du processus **eqmod.exe**. Ce processus affiche une fenêtre que nous nommerons **fenêtre EQMOD** ou plus simplement EQMOD. Pour commander la monture, ce processus est généralement lancé par une application cliente de genre planétarium, comme "Stellarium" ou "Cartes du Ciel" mais on peut aussi le lancer, en autonome, à l'aide de la ligne "Start EQASCOM" du dossier EQMOD du menu Windows, ou à l'aide du script visual basic "C:\Program Files (x86)\EQMOD\scripts\eqascom_startup.vbs" (dans le cadre d'une installation standard du logiciel, voir section Erreur : source de la référence non trouvée). Rappelons que ce démarrage d'EQMOD en mode autonome n'est pas la manière habituelle de l'utiliser, mais une possibilité qui permet de tester les fonctionnalités d'EQMOD en chargeant un minimum d'applications. Il y a également le script eqascom_startup_sim.vbs qui permet de lancer EQMOD sur la monture simulée.

Attention : Si la monture réelle n'est pas sous-tension le programme **eqmod.exe** va se mettre en veille puis se réveiller aussitôt pour voir si la monture a été connectée entre temps, et ce cycle va se répéter à un rythme assez rapide qui provoque un clignotement de l'icône EQMOD. Pour l'arrêter, on peut passer par la ligne Kill EQASCOM du menu Windows/EQMOD qui lance le script eqascom_shutdown.vbs ou lancer le gestionnaire des tâches (clic droit sur la barre des tâches de Windows) et de tuer le processus "eqmod.exe".

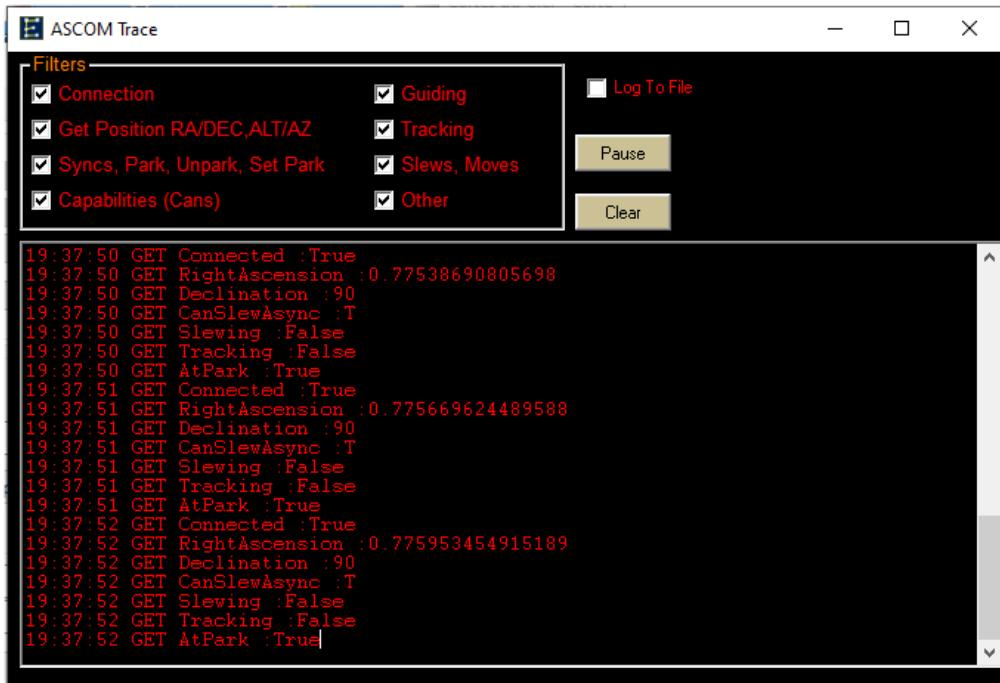
La fenêtre EQMOD comporte 4 volets dont seul le premier



s'ouvre au démarrage. Pour ouvrir les 3 autres il faut cliquer sur le bouton clé plate

4.2.1 L'ASCOM Trace Window

Un clic sur le E dans le carré bleu en haut à gauche ouvre une fenêtre qui permet de configurer la génération d'informations de surveillances du fonctionnement d'Eqmod. Les informations surveillées sont capturées chaque seconde. On peut, à l'aide des options du cadre "Filters" choisir les informations que l'on désire surveiller. On peut faire une pause dans la surveillance, effacer les données affichées, relancer et enregistrer ces informations dans un fichier.



Le bouton "+" situé sous ce E permet d'ouvrir d'autres volets qui seront décrits ultérieurement.

4.2.2 Le volet d'état et commande de la monture

Le premier volet comporte 4 cadres sous les deux boutons que nous venons de citer :

- Le dernier cadre tout en bas : "**Statut PARK : ?**" avec PARKEE ou NON PARKEE à la place du ? possède un bouton "UNPARK" qui s'il est cliqué produit la mise sous-tension des moteurs. L'intitulé devient alors "PARK sur Position HOME" et un clic dessus permet de parquer la monture. Les modes PARK/UNPARK et ces intitulés peuvent être modifiés, cf section 4.18.
- Le premier cadre "**Position Monture**" (ou Mount Position") affiche :
 - **LST** : l'heure sidérale locale
 - **AD** (ou **RA**) et **DEC** : les coordonnées équatoriales pointées par la monture,
 - **AZ** et **ALT** les coordonnées horizontales pointées par la monture,
 - **Orientation (Pier Side** version anglaise) : "**Est, pointage Ouest**" ou "**Ouest, pointage Est**". En français, la dernière indication n'est pas lisible, mais en anglais c'est toujours l'inverse de la première.

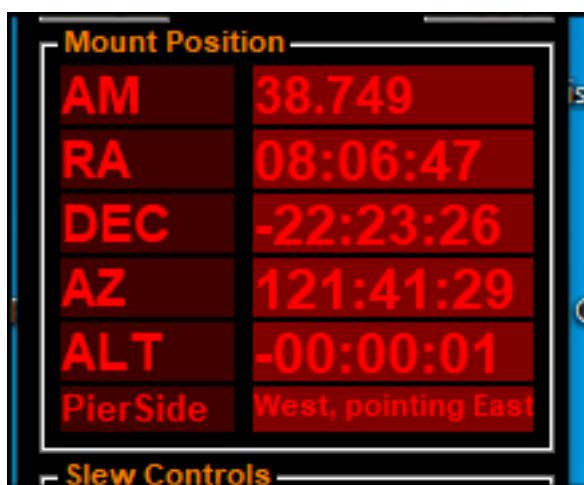
La première indication, qui précède le mot pointage, indique l'hémisphère où se situe la tête de la monture (opposé à l'hémisphère où sont situés les contre-poids). C'est le **Pier Side**. La deuxième indication qui suit le mot pointage n'est exacte que pour les directions visées situées au sud du méridien Est-Ouest, c'est-à-dire pour les angles horaires autour

de 0h (18h, 19h,...,23h, 24h=0h, 1h, 2h, ...,6h). Pour notre latitude cela concerne les 3/4 de la voute céleste. En effet dans cette portion de la voute céleste, lorsque les contre-poids sont plus bas que la tête de la monture, cette dernière est toujours du coté opposé de la direction visée.

Pour le quart restant, c'est-à-dire pour les directions visées ayant des angles horaires autour de 12h (6h, 7h,...,11h, 12h, 13h, ...,18h) *la deuxième indication est erronée*. En effet dans cette portion de la voute céleste, lorsque les contre-poids sont plus bas que la tête de la monture, la direction visée est même coté que la tête de la monture, ce qui fait que l'indication qui précède le mot pointage (le Pier Side) correspond également à la direction visée. Cette information erronée est sans conséquence, car elle n'est qu'indicative et n'est d'aucune utilité.

L'information utile est le Pier Side, qui commute aux franchissements des méridiens Nord-Sud et Est-Ouest. Au franchissement du méridien Nord-Sud la barre des contre-poids passe au-dessus de la tête de la monture et au franchissement du méridien Est-Ouest le rappel exercé par les contre-poids change de sens.

Un clic sur l'affichage **LST** (temps sidéral local) le transforme en **AM** (Air Mass) qui affiche le rapport de masse d'atmosphère à traverser dans la direction visée par rapport à celle qui est traversée dans la direction zénithale. Cette quantité varie entre 1 dans la direction du zénith à un maximum de 38.749 dans la direction de l'horizon.



Un clic droit sur les lignes RA ou DEC produit l'affichage d'une fenêtre de dialogue qui permet de lancer un **Goto vers des coordonnées** (voir 4.10).

- Le cadre "**Contrôle de Pointage**" ("Slew Control") offre 4 boutons de commande **N**, **O**, **E**, **S** pour faire bouger la monture en commande manuelle.
 - L'appui sur **le bouton O(uest)** fait pencher la tête vers l'Ouest et inversement l'appui sur le bouton **E(st)** fait pencher la tête coté Est. **L'appui sur le bouton Ouest fait augmenter la valeur de l'angle H_{ppas}** (et la valeur algébrique de l'angle H_{hor})
 - L'appui sur **le bouton N(ord)** fait tourner la déclinaison dans le sens trigonométrique positif autour d'un axe qui sort par la tête de la monture, et inversement pour le bouton

S(ud). L'appui sur le bouton Nord fait augmenter la valeur de l'angle dec_{ppas} . Nous avons vu section 3.1 que l'angle de déclinaison est un angle de rotation qui augmente dans sens rétrograde autour de l'axe y du repère céleste qui ici est dirigé selon la barre des contre-poids. Il est donc positif dans la rotation de sens direct autour de la direction de la tête de la monture (de direction opposée aux contre-poids).

- Les cases à cocher **Inverser AD** et **inverser Dec** permettent d'inverser ces sens.
- L'appui sur **le bouton "STOP"** au centre arrête tout mouvement et met la monture en état "PARKEE". Il faut cliquer sur "UNPARK" pour remettre les moteurs en service.
- Les curseurs **Taux RA** et **Taux DEC** fixent les vitesses des déplacements associées aux boutons N, S, O, E. Un sélecteur placé entre les deux curseurs permet de choisir 4 (ou plus) taux de vitesses préprogrammées (identiques en RA et DEC). Pour avoir des déplacements significatifs, mettre ce sélecteur sur 4, sinon les déplacements seront si lents qu'on ne s'apercevra de rien. Les vitesses pré-programmées associées à ce sélecteur peuvent être modifiée en éditant le fichier eqmod.ini (voir section 7.1.2.1).
- Les 3 boutons "**jumelles**", "**quadrillage**" et "**spirale**" lancent des scripts qui permettent d'effectuer une visite guidée (bouton jumelles), une photo de grande dimension par assemblage de plus petites (bouton quadrillage) et la recherche d'un objet par une spirale pilotée (bouton spirale). Voir la documentation correspondante.
- Le cadre "**Vitesse de suivi : ?**" permet avec ses différents boutons de choisir le mode du suivi boucle ouverte utilisé pour guider la monture. Le "?" figure une de ces 4 possibilités : **Aucun, Sidéral, Lunaire, Solaire ou Personnalisé**. Pour le mode personnalisé on donne les valeurs des vitesses désirées en secondes ("") de degré par seconde (s) de temps dans les cadres AD et DEC. Pour la vitesse sidérale, c'est par exemple : 15,0411 "/s en RA et 0 "/s en DEC (attention nombre décimal avec "," ou "." suivant la "locale" du PC et "," dans mon cas).



En haut du premier volet un bouton "Mise-à-jour!" est présent lorsque qu'une mise-à-jour a été trouvée au démarrage d'EQMOD, ce qui suppose que la recherche des mises-à-jour a été autorisée dans les réglages (voir section 4.1).

4.3 Arrêt d'EQMOD

Dans le cas d'une mise en service autonome d'EQMOD (par le menu de windows EQMOD "Start EQASCOM ou par le script eqascom_startup.vbs), on commence par parquer la monture par un clic en bas sur "PARK in Position Home" pour remettre la monture à l'état PARKEE, généralement dans sa position HOME puis on arrête l'application EQMOD par le menu de windows EQMOD "kill EQASCOM" ou à l'aide du script eqascom_shutdown.vbs (cf. section Erreur : source de la référence non trouvée). Dans le cas d'une mise en service par le biais d'une application tierce, la

déconnexion du télescope dans l'application tierce provoque l'arrêt de l'application EQMOD.

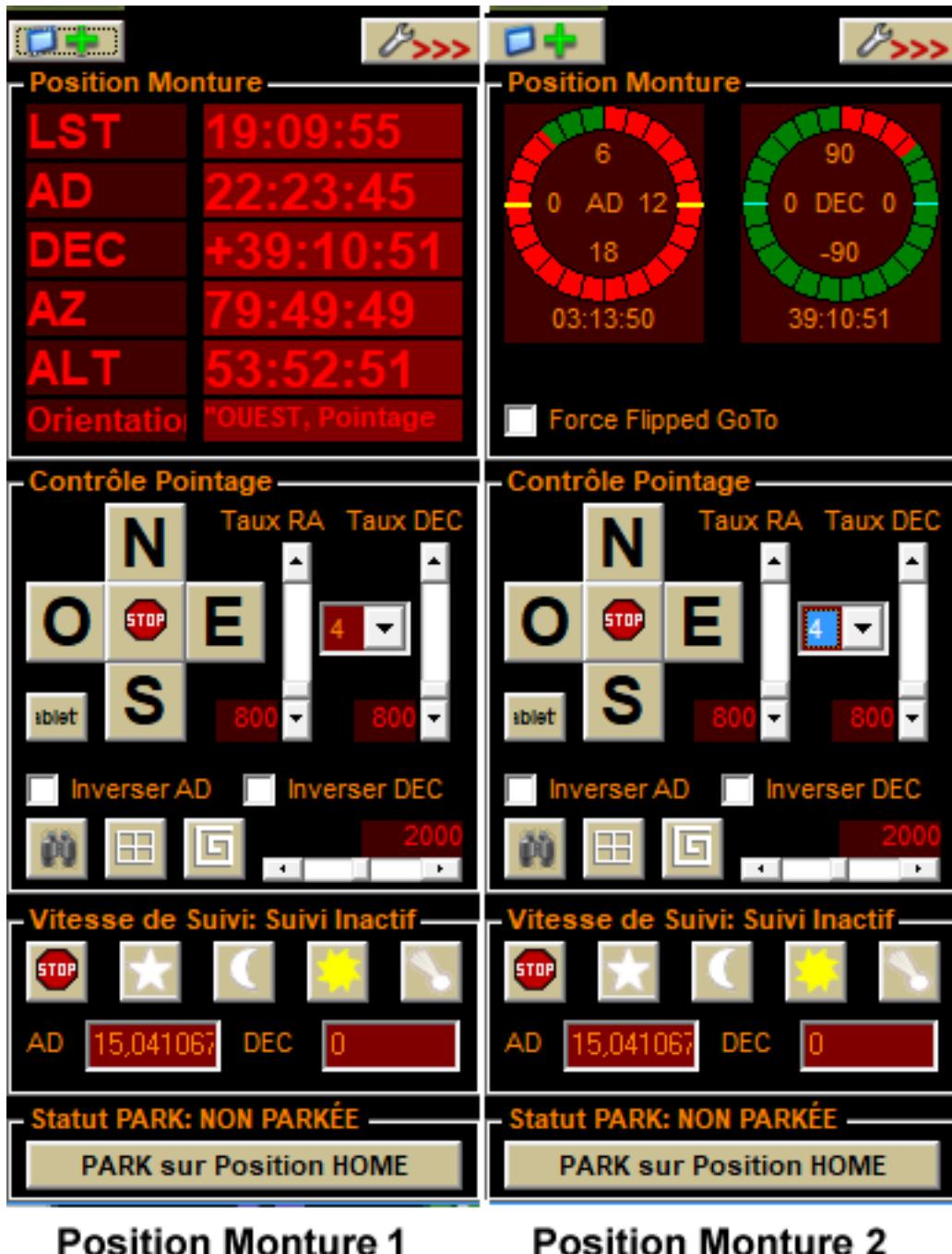
Il existe une commande du menu windows EQMOD : EQASCOM_Run qui permet de lancer le coeur d'EQASCOM. Ce coeur scrute la connexion de la monture. Normalement cette application n'a pas à être lancée par l'usager. Le coeur d'EQASCOM est normalement automatiquement activé par un des "Start EQASCOM" précédent ou par une application tierce (CDC, Stellarium...). Ce coeur d'EQASCOM compte les applications clientes en cours et se désinstalle automatiquement quand elles sont toutes terminées. Mais si on le lance nous même ce coeur, via EQASCOM_Run, on fera, pour l'arrêter, un clic droit sur l'icône EQASCOM qui se trouve dans la barre des tâches, et qui fait apparaître une fenêtre pop-up avec un bouton Exit. Si vous n'y trouvez pas l'icône EQASCOM, regarder au niveau du bouton "Afficher les icônes masquées".

4.4 Arrêt intempestif de la liaison

Si la liaison avec la monture est intempestivement coupée, soit par le débranchement du câble de liaison, soit suite à un arrêt du pc ou d'EQMOD (tué accidentellement), et ***si la monture est toujours maintenue sous tension***, elle va continuer à fonctionner normalement actualisant en permanence dans sa carte de commande des moteurs les positions des axes à partir de l'initialisation effectuée précédemment par EQMOD, et cela même en mode suivi qu'elle maintiendra. Si on rétablit la liaison et/ou si on relance EQMOD, même après un assez long laps de temps, EQMOD va reprendre le contrôle de la monture, constater qu'elle est déjà en fonctionnement et acquérir la position actuelle présente dans les cartes de commande des moteurs. Normalement il n'y a aucune perte de précision pour la conduite ultérieure de la monture. En cas d'arrêt d'EQMOD (et non en cas de perte de liaison), à la reprise du contrôle EQMOD met la monture en mode suivi ***inactif***. Si la monture était en suivi actif on peut limiter l'erreur dans le suivi, en la remettant immédiatement en suivi actif. L'erreur de suivi sera ainsi limitée à la faible variation d'angle horaire pendant le bref délai entre le redémarrage et l'appui sur le bouton de suivi.

Tant que la monture reste sous tension et que ses axes ne sont pas débrayés, rien n'est perdu. Il est inutile de repasser par un parage de la monture ou de ré-enregistrer de nouveaux points d'alignements.

4.5 La Position Monture



En cliquant sur le bouton "+" l'apparence du premier volet de la fenêtre EQMOD change. A l'origine il affiche le cadre "Position Monture" avec les coordonnées LST, AD, DEC, etc.. que nous avons déjà commenté. Au premier clic, il affiche un deuxième cadre également intitulé "Position monture" avec un cadran horaire marqué AD en son centre et un cadran en degrés marqué DEC en son centre, et en dessous une case à cocher intitulée "**Force Flipped Goto**".

Sur la figure ci-dessous :



les cadrants de droite montrent l'affichage des valeurs de pas codeurs des axes RA et DEC. Cet affichage n'est pas celui qui apparaît de prime abord. En premier lieu, l'affichage vu est celui de gauche, qui affiche l'angle de déclinaison en degrés sexagésimaux et l'angle V (l'opposé de l'angle horaire) en heures sexagésimales. Pour faire apparaître les valeurs des pas codeurs moteurs (affichage de droite) il faut faire un clic droit sur les coordonnées sexagésimales. Un clic gauche sur les coordonnées en pas moteurs ramène à l'affichage nominal (on passe de l'image de droite à l'image de gauche).

4.5.1 Force Flipped Goto

Par défaut cette case est vierge. Pour que sa coche soit prise en compte il faut avoir au préalable décoché la case "Activer Limites" du cadre "Limites Monture" du 3ème volet de la fenêtre EQMOD (voir section 4.17). Si la case "Activer Limites" est cochée la coche de la case "Force Flipped Goto" est sans effet .

Si la case "Activer Limites" du cadre "Limites Monture" est décochée, le fait de cocher la case "Force Flipped Goto" imposera le choix de la configuration barre de contre-poids au-dessus du plan horizontal (configuration CWU : voir sections 3.4 et 3.5) lors du Goto suivant. Dès que ce Goto est achevé, la case "Force Flipped Goto" est automatiquement décochée par EQMOD.

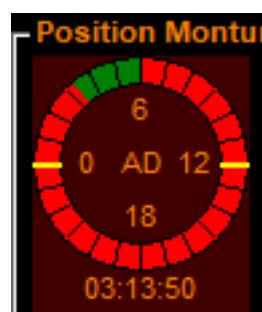
Ce Goto vers une configuration contre-poids en haut est intéressant pour rallier une étoile à photographier proche du méridien, qu'elle franchira peu de temps après. Lors du Goto vers cette étoile le mouvement de la monture marque un arrêt au passage à l'horizontale ($H = 0$ ou $12h$), puis reprend pour atteindre la direction de l'étoile avec la barre des contre-poids au-dessus de l'horizontale. L'intérêt c'est qu'au cours du suivi sidéral qui va suivre, le méridien sera franchi sans basculement et la monture se retrouvera naturellement avec ses contre-poids vers le bas.

Remarques :

- La case à cocher "Force Flipped Goto" se décoche automatiquement et systématiquement à la fin du Goto.
- Si par la suite, on veut qu'EQMOD empêche ensuite les pointages sous l'horizon ou un suivi d'étoile qui amène la barre des contre-poids au dessus de la tête de la monture, il faut penser à cocher à nouveau la case "Activer Limites" du cadre "Limites Monture" du 3ème volet de la fenêtre EQMOD.

4.5.2 Cadran horaire

Ce cadran est gradué en angle $V = 24h - H$ (*pseudo-ascension_EQMOD* où H est l'angle horaire de la direction visée), présenté en section 3.1 et 3.6.4. Il montre la position de la tête de la monture (direction opposée au contre-poids) telle qu'elle est vue par un observateur situé au Sud de la monture et qui la voit



en regardant vers le Nord.

L'angle V repère la direction balayée par la direction de la tête de la monture (direction opposés à celle des contre-poids), avec :

- Pour $V = 0h$, la tête de la monture est dirigée plein Ouest (ici à gauche sur le cadran)
- Pour $V = 6h$, la tête est dirigée vers le ciel vers le Sud (ici en haut sur le cadran)
- Pour $V = 12h$, la tête de la monture est dirigée plein Est (ici à droite sur le cadran)
- Pour $V = 18h$ la tête est dirigée vers le sol, vers le Nord (ici en bas sur le cadran).

Le cadran horaire comporte deux arcs séparés par la verticale :

- la **zone de droite** correspond à $6h \leq V \leq 18h$ (Pier Side Est). La valeur V est à la limite basse du secteur rouge sur fond vert..
- la **zone de gauche** correspond à $18h \leq V \leq 24h$ et $0h \leq V \leq 6h$ (Pier Side Ouest). La valeur V est à la limite basse du secteur vert sur fond rouge.

Remarque 1 : S'il y a du jeu sur le moteur d'ascension droite, il y a commutation de ce jeu lors du franchissement du méridien Nord-Sud par la tête de la monture (commutation de Pier Side) ce qui correspond au franchissement du méridien Est-Ouest par la direction visée.

Remarque 2 : Quand une cible traverse le méridien Nord-Sud, si on ne change pas de solution, la barre des contre-poids va monter et se trouver plus haute que la tête. La tête restant toujours du même côté, le PierSide ne change pas. Au contraire quand on fait basculer la monture pour éviter que la barre des contre-poids ne passe à une hauteur supérieure à celle de la tête, on va changer tête de monture et barre des contre-poids de côté, ce qui se traduit par une commutation de PierSide.

Ainsi en pilotage normal, avec maintient de la barre des contre-poids en bas, il y a deux commutations de PierSide : une naturelle quand la cible franchit le méridien Est-Ouest et une due à la commutation de solution quand la cible franchit le méridien Nord-Sud.

4.5.3 Cadran déclinaison

Le second cadran indique l'angle de déclinaison pointé par la lunette. La valeur W affiché sous le cadran va de 0 à 360°, avec 0° à l'horizontale à droite, 90° en haut, 180° à gauche, 270° en bas et 360° à droite.

- Pour $W = 90^\circ$ en haut du cadran, la lunette pointe vers le pôle Nord
- Pour $W = 270^\circ$ noté -90° en bas du cadran, la lunette pointe vers le pôle Sud
- Pour $W = 0^\circ$ ou 180° (également noté 0° sur le cadran), la lunette parcourt l'équateur visant une direction qui est à $\pm 90^\circ$, c'est-à-dire à $\pm 6h$, en avance ou retard sur la direction de la tête :
 - $V = 0h$, tête direction Ouest, la lunette vise le Sud (la solution Nord est sous l'horizon),
 - $V = 6h$, tête direction Sud, la lunette vise l'Est ou l'Ouest,



- $V = 12h$, tête direction Est, la lunette vise le Sud (la solution Nord est sous l'horizon),
- $V = 18h$, tête serait direction Nord et la lunette viserait l'Ouest, mais cette position avec les poids vers le ciel n'est pas utilisable.

Le cadran DEC comporte deux arcs séparés par la verticale :

- la **zone de droite** correspond aux coordonnées principales avec $|DEC_p| < 90^\circ$ mais affichées de $270^\circ \leq W \leq 360^\circ$ et de $0^\circ \leq W \leq 90^\circ$. La valeur W est à la limite basse du secteur rouge sur fond vert.
- la **zone de gauche** correspond aux coordonnées secondaires avec $90^\circ \leq W \leq 270^\circ$. La valeur W est à la limite basse du secteur vert sur fond rouge.

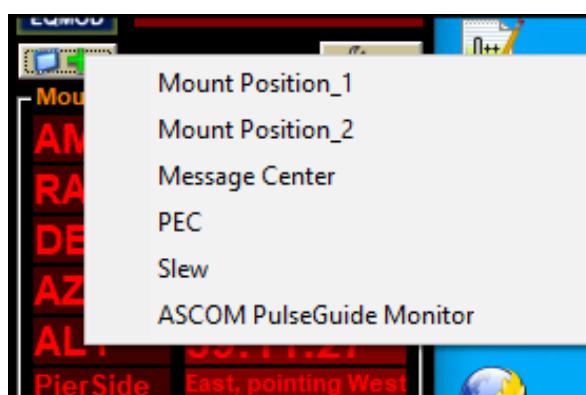
La valeur W affichée sous le cadran est soit DEC_p soit DEC_s , mais systématiquement en valeurs positives, ainsi les valeurs de DEC_p négatives comprises entre -90° et 0° sont affichées de 270° à 360° .

4.5.4 Les 2 cadrans

Si on considère que dans la croix $\begin{matrix} N \\ O ! E \\ S \end{matrix}$ les sens positifs sont traditionnels et vont de la gauche vers la droite et du bas vers le haut, les appuis sur N et E font effectivement augmenter DEC et V. Par contre, si le moteur de déclinaison augmente quand DEC augmente, le moteur horaire diminue quand V augmente !

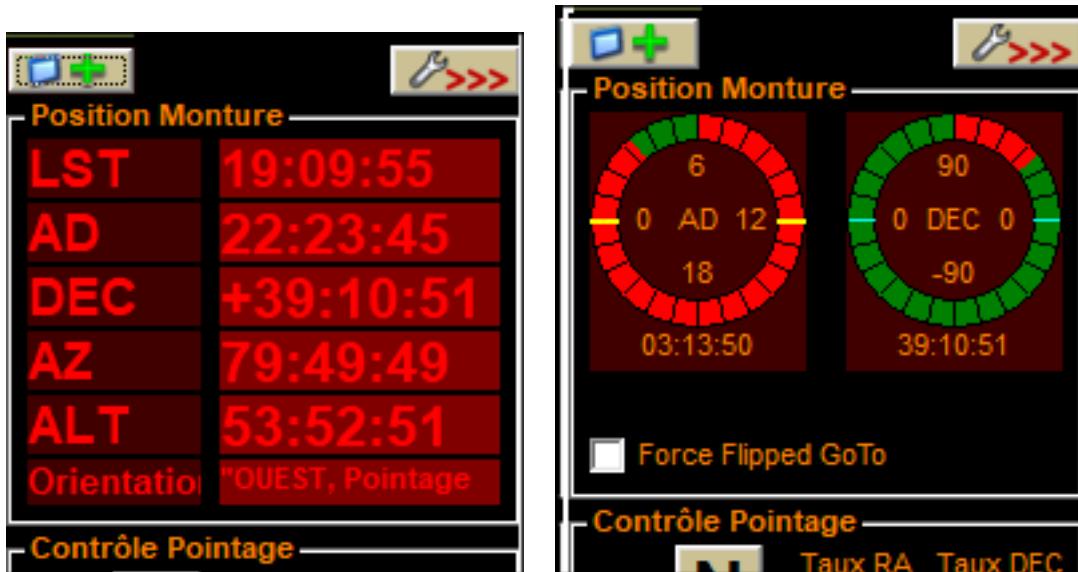
4.6 Les autres affichages du premier volet

En cliquant encore sur le bouton "+" vert du premier volet, on accède successivement à 5 autres aspects de ce premier volet. Un clic droit sur bouton "+" vert donne accès à un menu contextuel qui permet de choisir directement un des 6 affichages.



Finalement le premier volets offre les affichages suivants :

1. L'affichage initial numérique de la position de la monture
2. Un second affichage de la position de la monture avec des cadrans



- Le centre des messages qui offre un journal des actions en cours. En cochant la case "log" un fichier messagelog#.txt est enregistré dans le répertoire %APPDATA%/EQMOD/.

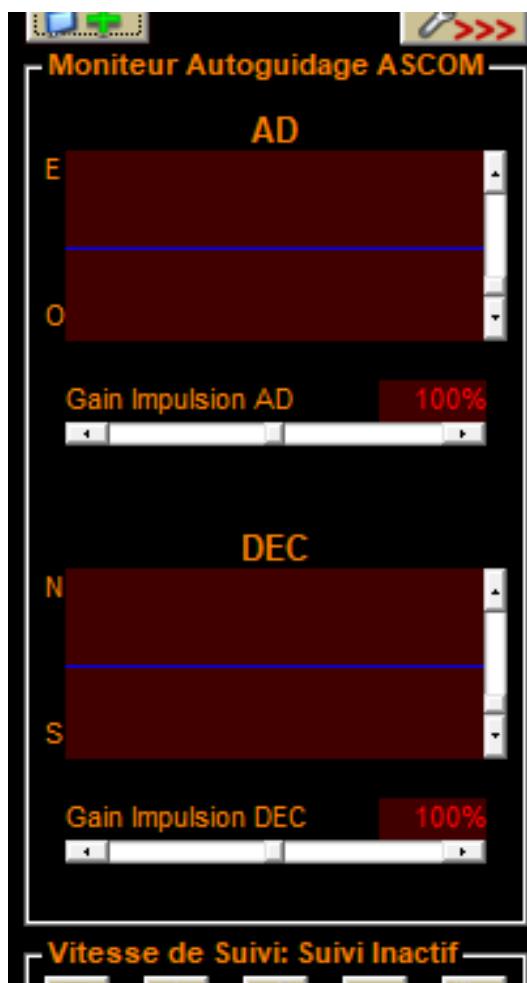


Le bouton **A** donne accès à une boîte de dialogue qui permet de modifier la couleur du fond, des textes et la taille des caractères, et le bouton **X** permet d'effacer le journal.

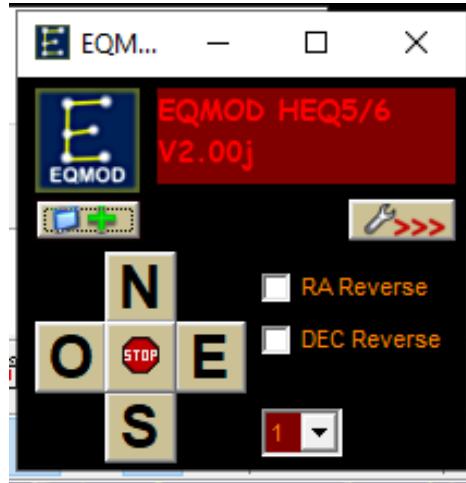
- Un panneau de gestion pour la correction de l'erreur périodique (PEC) décrit en section Erreur : source de la référence non trouvée.



5. Un affichage des ordres de guidage "PulseGuiding" reçus par EQMOD décrit en section 5.



6. Une version minimisée de la fenêtre EQMOD.



4.7 Les messages d'aide en cas de problème

En cas d'un fonctionnement incorrect de la monture, qui ne réalise pas le comportement attendu, on dispose de deux émetteurs de messages qui fournissent des indications sur le fonctionnement de la monture. Nous les avons déjà signalés, mais il est bon de répéter ce signalement au cas où il serait passé inaperçu.

4.7.1 Le centre de messages (message center)

Le centre de messages été présenté au point n°3 de la section précédente.

En cochant la case "log" un fichier messagelog#.txt est enregistré dans le répertoire %APPDATA%/EQMOD/.



Le bouton **A** donne accès à une boîte de dialogue qui permet de modifier la couleur du fond, des textes et la taille des caractères, et le bouton **X** permet d'effacer le journal.

Le journal est enregistré sous un nom du type **messagelog#.txt** dans le répertoire **%APPDATA%/EQMOD**.

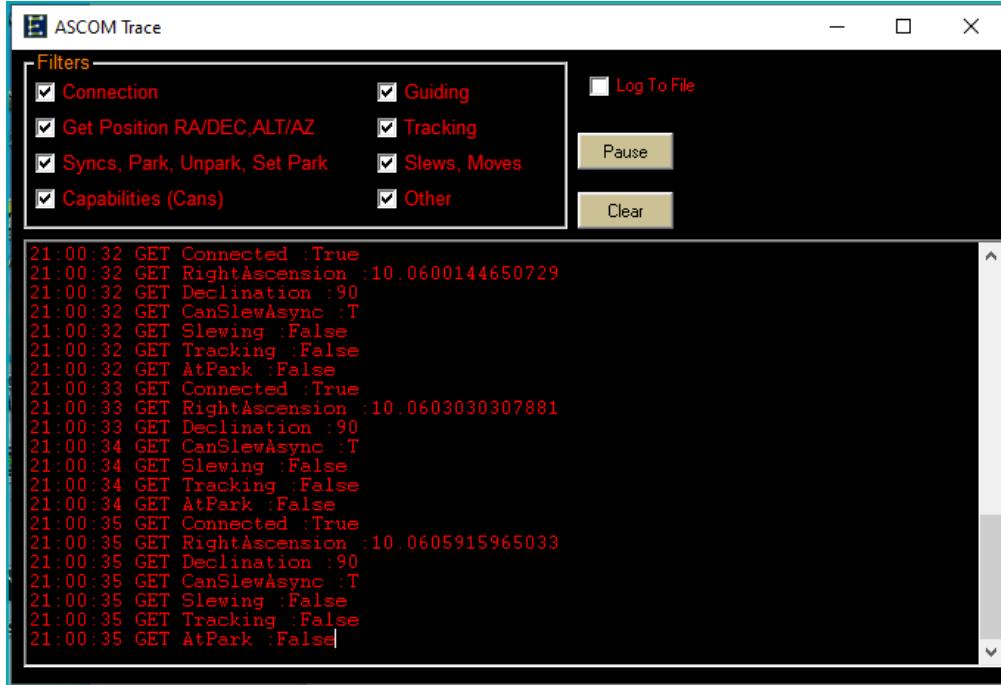
Exemple d'enregistrement :

```
[16:35:28] Moteur AD en mode Sidéral
[16:35:28] CoordSlew: AD[ 05:18:19 ] DEC[ +46:01:14 ]
[16:35:28] Goto: 05:18:19 +46:01:14
[16:35:41] Moteur AD en mode Sidéral
[16:35:41] Pointage GOTO Memorisé. 05:18:20 +46:01:14
[16:35:41] Goto: SlewIterations=1
[16:35:41] Goto: RaDiff=001.24 DecDiff=000.05
[16:36:28] Pointage au NORD ...
[16:36:28] Moteur AD en mode Sidéral
[16:36:29] Pointage au NORD ...
[16:36:29] Moteur AD en mode Sidéral
[16:36:29] Pointage au NORD ...
[16:36:29] Moteur AD en mode Sidéral
[16:36:41] SyncCoor: AD[ 05:18:19 ] DEC[ +46:01:14 ]
[16:36:41] 1 "Données Sync ajoutées, au moins 3 nécessaire pour activer"
[16:37:29] Remise Monture sur position HOME
[16:37:29] ** Limit 3
```

4.7.2 L'ASCOM trace Window

Un clic sur le E dans le carré bleu en haut à gauche de la fenêtre EQMOD ouvre la fenêtre ASCOM Trace précédemment présentée en section 22. Elle permet de configurer la génération d'informations de surveillances du fonctionnement d'Eqmod. Les informations surveillées sont capturées chaque

seconde. On peut, à l'aide des options du cadre "Filters" choisir les informations que l'on désire surveiller. On peut faire une pause dans la surveillance, effacer les données affichées, relancer et enregistrer ces informations dans un fichier.



4.8 Le Pad de commande

Dans le premier aspect du 1er volet, sous le bouton O (Ouest ou W) et à gauche du bouton S (Sud) se trouve une petit bouton nommé "Tablet" ou "Pad" qui permet d'ouvrir une fenêtre "EQMOD Mode souris" qui met en service un moyen de commande des 4 directions par des clics souris ou au moyen des chiffres du clavier numérique.



Avec la souris les clics droit et gauche correspondent à deux sens différent d'un mouvement en AD ou en Dec. On passe de AD à Dec et réciproquement par appui sur le bouton central de la souris.

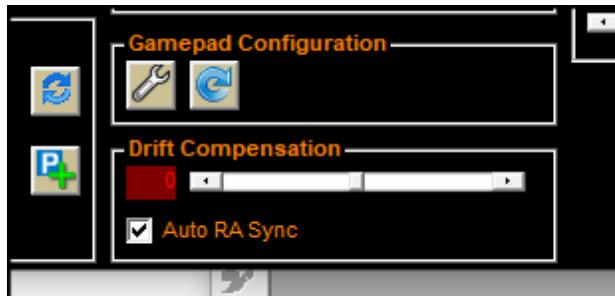
Quand le pad est ouvert, le clavier numérique commande également des mouvements. Les flèches et les numéros 1,2,3,4,5,6,7,8 et 9 commandent des mouvements dans les sens intuitifs.

Le 5 produit l'arrêt d'urgence

La vitesse des mouvements se règle avec les deux curseurs situés à droite du pad. Mettre au moins

milieu si on veut voir des mouvements significatifs.

4.9 Compensation de dérive



Situé sous la configuration du joystick, le curseur du cadre de la compensation de dérive est un reliquat de l'époque où le micrologiciel skywatcher des EQ6 présentait une erreur qui avait pour conséquence un mauvais suivi sidéral. Pour contourner cette erreur un curseur permettant de compenser la dérive observée a été ajouté. Cette erreur ayant été corrigée depuis longtemps, et ce curseur n'a plus d'utilité.

La case Auto RA Sync est cochée par défaut et il vaut mieux la laisser ainsi (cf. <https://groups.io/g/EQMOD/message/54528>). Lorsqu'elle est cochée, les valeurs des pas du moteur RA sont lues par EQMOD sur la carte contrôleur toutes les 200 ms. Entre 2 acquisitions les valeurs sont calculées en fonction de la vitesse de suivi en cours d'utilisation. Si on décoche cette case, la valeur interne EQMOD peut d'écarte peu à peu de la valeur réelle.

4.10 Goto coordonnées

Dans le 1er aspect du 1er volet, un **clic droit** dans le cadre "Position Monture" (Mount Position) ouvre une fenêtre nommée Goto.



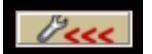
Les coordonnées inscrites à droite de AD (ou RA) et DEC qui sont les coordonnées équatoriales pointées au moment du **clic droit** peuvent être modifiées. Un appui sur Goto commande au télescope de se déplacer vers ces coordonnées.

Cette **fenêtre est très pratique** pour faire tourner rapidement la monture d'un grand angle donné, par exemple pour les opérations d'alignement polaire assistées par logiciel de réduction astrométrique qui demandent souvent d'effectuer des rotations en angle horaire de 30, 60 ou 90°, ce que l'on fait facilement en ajoutant ou retranchant 2h, 4h ou 6h à l'ascension droite affichée

On peut enregistrer des positions qui seront numérotées 1), 2), etc. On peut en supprimer avec le "X" rouge. On peut faire un Goto sur la ligne sélectionnée. Cela est pratique pour mémoriser la position d'une étoile utilisée pour faire les mises au point.

La case à cocher J2000 permet de préciser si les coordonnées rentrées sont relatives à J2000 où à JNOW (c'est-à-dire corrigées de la précession et nutation entre le 1er janvier 2000 et la date courante).

4.11 Les autres volets de la fenêtre EQMOD

La fenêtre EQMOD comporte 3 autres volets qui sont accessibles via le bouton .



4.12 Mise en station - Alignement polaire

L'étoile polaire tourne autour du pôle céleste sur un cercle de 46' de rayon en 2022. Le principe général de l'alignement polaire consiste à utiliser les vis d'azimut et d'élévation de la monture pour placer la polaire, sur le réticule du viseur polaire, à la position qui correspond à son angle horaire. Cela a pour effet d'aligner le centre du réticule avec le pôle céleste, en supposant que son cadran soit bien orienté, avec son axe principal bien vertical (dans le plan du méridien principal).

Le cadran du réticule comporte des graduations qui se conforment aux montres habituelles qui ont 12h en haut, 3h à droite, 6h en bas et 9h à gauche **avec un tour en 12h au lieu de 24h**. Pour positionner la polaire sur ce cadran, il faut convertir l'angle horaire de la polaire en angle **Polaris-in-scope** qui vaut :

$$P_{is} = \frac{(12 h - A_h) \text{ modulo } 24 h}{2}$$

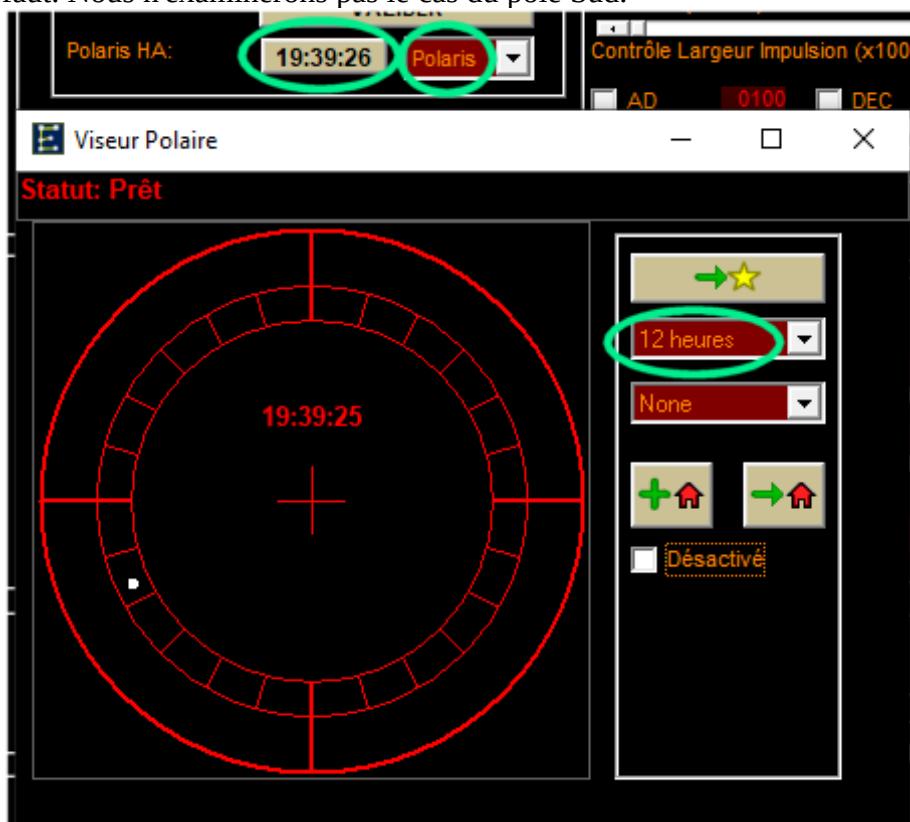
Dans la formule précédente :

- le *moins* de $-A_h$ vient du fait qu'en regardant dans le viseur, comme on regarde le ciel vers le Nord par en dessous, les étoiles tournent dans le sens anti-horaire, alors que quand on les regarde vers le Sud elles se déplacent dans le sens horaire,
- le $+12h$ vient du fait que, par rapport au centre du viseur (pôle céleste) l'image de la polaire est symétrique de sa position réelle du fait du renversement opéré par le viseur,
- le modulo 24h ramène le résultat entre 0 et 24h,

la division par 2 vient du fait que le cadran ne comporte que 12h au lieu de 24.

On peut réaliser l'alignement polaire sans s'aider d'Eqmod. Il suffit de calculer P_{is} (il existe de nombreuses applications qui fournissent sa valeur) et positionner la polaire à sa position. Mais ce positionnement est généralement imprécis. Eqmod fournit un outil qui simplifie sa mise en œuvre et permet de l'effectuer avec une bonne précision. Cet outil se trouve dans la partie inférieure du cadre "Lieu d'Observation" du deuxième volet.

On choisit d'abord l'étoile de référence avec une liste déroulante (entourée en vert) qui propose **Polaris** par défaut. Nous n'examinerons pas le cas du pôle Sud.



A côté de la liste déroulante figure un bouton (entouré de vert et indiquant 19:39:26) qui affiche l'angle horaire actuel de l'étoile polaire. **Un clic sur ce bouton** provoque l'ouverture d'une nouvelle fenêtre "Viseur Polaire" qui simule la vue à travers le viseur polaire de la monture. Sur cette vue figure un petit point blanc représente l'emplacement que doit avoir l'étoile polaire lorsque la mise en station est correcte. Pour 19:39:25 l'étoile doit se trouver à $P_{is} = 8:10:17$.

L'aide à la mise en station suppose une *opération préliminaire* qui consiste à mémoriser la configuration de la monture lorsque le viseur est dégagé (faire tourner la déclinaison avec les moteurs vers 0° pour pouvoir viser à travers le trou percé dans l'axe de déclinaison qui porte les contre-poids) et lorsque l'axe principal du réticule est bien vertical (faire tourner l'angle horaire

avec les moteurs pour y parvenir). Pour définir une verticale visible dans le viseur polaire, on s'aide de la polaire que l'on positionne au centre du réticule en agissant sur les vis d'azimut et d'élévation de la monture, puis en agissant uniquement sur la vis d'élévation on peut la faire monter et descendre et tracer la verticale recherchée. Avec le moteur horaire on fait tourner la monture afin de placer un des deux diamètres principaux tracés sur le réticule selon ce trajet vertical. On choisira le diamètre dont la mise à la verticale nécessite la rotation la plus faible, afin d'éviter les risques de collision ou de passage hors limites.

Le point haut de cet axe vertical sera l'**origine** de notre cadran. Sur la liste déroulante entourée en vert sur la figure ci-dessus on choisira l'heure que l'on veut attribuer à cette origine (généralement 0h qui est marqué 12h) où si le cadran du réticule possède des heures gravées, la valeur de l'heure positionnée en haut. Cette configuration de la monture sera la configuration **Home du viseur**



polaire. On l'enregistre en appuyant sur le bouton .

Cette opération préliminaire ayant été faite dans le passé, on débute la mise en station en appuyant



sur le bouton , qui commande le déplacement de la monture de sa position actuelle vers cette position Home du viseur polaire. Elle dégage la visée polaire et positionne l'axe du réticule bien vertical.



La monture étant dans cette position, on clique ensuite sur le bouton ce qui va avoir pour effet de faire tourner la monture en angle horaire de manière à amener le point choisi comme origine du réticule à la position que doit occuper l'étoile polaire quand l'axe de la monture est bien aligné sur le pôle céleste. Ensuite, on amène effectivement la polaire sur ce point origine en agissant uniquement sur les vis d'azimut et de hauteur. Orque cette position est atteinte, l'alignement polaire est terminé.

P.S. Je n'ai pas testé cette procédure car j'utilise une caméra dédiée pour réaliser cet alignement. En l'absence de caméra dédiée, je pense que cette procédure accélère bien la mise en station qui, une fois que la configuration Home polaire est enregistrée, se réduit à 2 clics suivis du positionnement de la polaire avec les vis d'azimut et site sur l'origine choisi sur le réticule.

4.13 Parcage

En plus de la configuration HOME on peut définir d'autres configurations de parcage, et en particulier une configuration avec la barre des contre-poids à l'horizontale et la lunette également à l'horizontale (ou une queue d'aronde mise à sa place pour matérialiser sa direction) car l'horizontale peut être repérée avec précision à l'aide d'un niveau électronique digital. L'intérêt de cette configuration est qu'en station fixe, même si on a bougé les axes de la monture pendant son arrêt, on peut la remettre précisément dans cette une configuration qui permettra d'utiliser une liste d'alignements préalablement établie (voir section 4.18).

4.13.1 Modes PARK/UNPARK

Le cadre "**Park/Unpark**" du **2ème volet de la fenêtre EQMOD** permet de définir le mode de parage qui sera appliqué lors du clic sur le bouton situé dans le cadre "Statut PARK : PARKEE/NON PARKEE" tout en bas du premier volet de la fenêtre EQMOD.

Lorsque la monture est en statut "NON PARKEE", le bouton en dessous offre l'option qui est sélectionnée dans la liste déroulante "**Mode PARK**" du cadre Park/Unpark, qui offre les options suivantes :

- "**PARK sur Position HOME**" : la monture sera envoyée vers la configuration HOME avec les contre-poids vers le bas et la lunette pointant vers le pôle céleste.
- "**Park sur Position Actuelle**" : la monture sera parquée dans la configuration courante.
- "**XXX**", texte défini par l'utilisateur, la monture sera parquée vers une configuration choisie par l'utilisateur (voir plus loin)
- "**Undefined**" configuration personnalisée libre, à définir par l'utilisateur.

L'option sélectionnée s'inscrit simultanément sur le bouton commandant le parage situé sous le cadre "Statut PARK : NON PARKEE" du premier volet de la fenêtre EQMOD, ce qui fait qu'on est averti avant de cliquer sur ce bouton, vers quelle position le parage se fera.

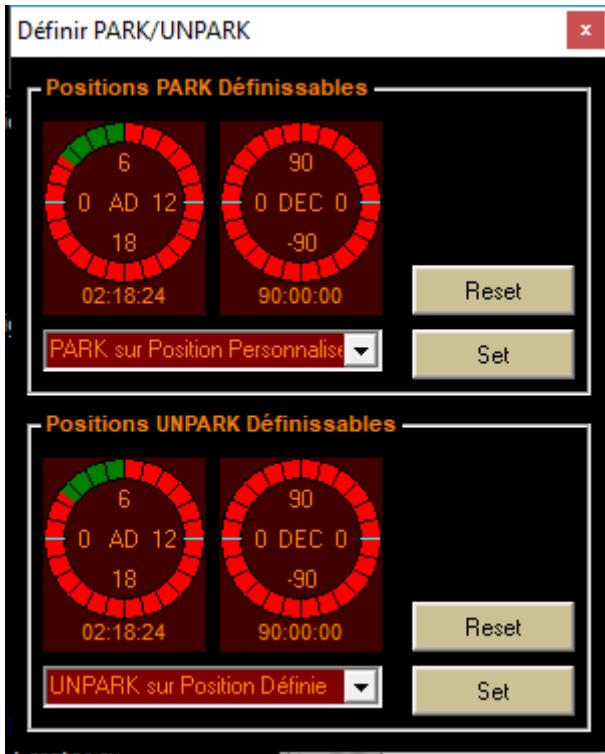
Lorsque la monture est en statut "PARKEE", pour la sortir de ce parage, la liste déroulante "**Mode UNPARK**" offre les options suivantes :

- "**UNPARK**" : la monture est rendue mobile sur place dans sa configuration actuelle.
- "**UNPARK, Rejoindre la Dernière Position**" : la monture est rendue mobile et est déplacée vers la configuration qu'elle occupait avant son parage.
- "**YYY**" : texte défini par l'utilisateur, la monture est rendue mobile et est déplacée vers une configuration définie par l'utilisateur (voir plus loin)
- "**Undefined**" : configuration personnalisée libre, à définir par l'utilisateur.

L'option sélectionnée s'inscrit simultanément sur le bouton situé sous le cadre Statut PARK : "PARKEE" du premier volet de la fenêtre EQMOD, ce qui fait que si on clique sur ce bouton, la sortie du parage vers la position sélectionnée s'opère.

4.13.2 Création de configuration de parage/sortie de parage

Le bouton "P+" permet de définir de nouvelles configurations de parage ou à rallier en sortie de parage. L'appui sur ce bouton produit l'ouverture de la fenêtre de dialogue "**Définir PARK/UNPARK**".



Pour définir une nouvelle configuration de parage ou de ralliement, la monture étant non parquée, on l'amène dans la configuration désirée, puis :

- Pour une nouvelle position de PARK, on sélectionne le nom attribué à la configuration choisie dans la liste déroulante "Position PARK Définissables". Cette liste comprend éventuellement déjà les noms : "Zenit, Horizonatl, Undefined..... Soit on choisit un nom existant pour modifier ses coordonnées, soit on définit un nouveau nom pour ces nouvelles coordonnées,
- Pour une nouvelle position de UNPARK, on sélectionne le nom attribué à la configuration choisie dans la liste déroulante "Position UNPARK Définissables". Cette liste comprend éventuellement déjà les noms : "Zenit, Horizonatl, Undefined..... Soit on choisit un nom existant pour modifier ses coordonnées, soit on définit un nouveau nom pour ces nouvelles coordonnées,

Ne pas oublier d'appuyer sur le bouton SET pour enregistrer le changement.

Un appui sur "Reset" dans le cadre PARK ou UNPARK supprimera la configuration sélectionnée de la liste des configurations répertoriées, et un appui sur "Set" remplacera les coordonnées de la configuration sélectionnée par celles de la configuration actuelle de la monture.

Si la liste déroulante est sur "Indéfini" (ou Undefined), un appui sur "Set" de PARK (respectivement "UNPARK") créera dans une nouvelle configuration de parage (resp. déparcage) nommée par exemple "UserPark3" dans le cas où la dernière configuration de parage créée était UserPark2 (resp. UserUnPark3"...). On peut éditer ce nom et le remplacer par un nom à notre convenance.

4.13.3 Resynchronisation des codeurs

Le bouton avec 2 flèches bleus enroulées  permet d'effectuer une resynchronisation des codeurs à condition qu'on ait au préalable pré-enregistré de manière très précise (avec des niveaux numériques par exemple) une configuration de parage dédiée. Si suite à un incident quelconque en cours de session les angles glissent, pour resynchroniser les codeurs on peut exécuter la procédure suivante :

1. Faire un PARK de la monture (de préférence vers la position de parage qui peut être vérifié avec précision). Ce Goto parage sera peut-être approximatif si la monture a été perturbée.
Faire donc attention au mouvement et desserrer éventuellement au préalable les embrayages pour éviter les chocs violents, puis resserrer l'embrayage après l'arrêt. Si la monture est éloignée de la position de parage dédiée, on peut l'en approcher avant de resserrer les embrayages.
2. Vérifier que le mode UNPARK est sur UNPARK **seul** et non sur UNPARK vers une position ...
3. Faire "UNPARK" (qui se fait sur place) et vérifier que la monture n'est **pas en suivi actif**.
4. A l'aide des commandes manuelles d'EQMOD amener très précisément la monture à la position de parage dédiée. La monture étant toujours en statut NON PARKEE avec une vitesse de suivi sur *Inactif*.
5. Appuyer sur le bouton "Resynchronisation Encodeurs".

4.13.4 Parage programmé

On peut fixer un délai avant le parage automatique de la monture, en renseignant le cadre d'édition intitulée "**Minutes Until Park**". Le décompte du temps ne commence qu'après l'appui sur le bouton "Réveil" situé à gauche du délai dont la couleur du fond devient verte. On peut arrêter le décompte en rappuyant sur le réveil, le relancer, etc.

4.13.5 Corruption des coordonnées de parage HOME

Les coordonnées de parage de la position HOME standard correspondent normalement à DEC = 90° et AZ = 0°. Cependant elles peuvent être légèrement différentes si des données d'alignement-synchronisation sont en cours d'utilisation car ces données modifient les coordonnées affichées pour prendre en compte les corrections d'alignement enregistrées. Si on supprime l'utilisation des données d'alignement les coordonnées doivent revenir à DEC = 90° et AZ = 0°. Si ce n'est pas le cas, il y a des chances que des données de parage ou d'autres données aient été corrompues.

Les coordonnées des configuration Park/Unpark et de nombreux autres paramètres sont enregistrés dans le fichier EQMOD.ini du répertoire %USERPROFILE%\AppData\Roaming\EQMOD pour le télescope réel et du répertoire %USERPROFILE%\AppData\Roaming\EQMOD_SIM pour le télescope simulé.

Suite à des manipulations malheureuses ou à un plantage du PC, ce fichier peut être corrompu. On a

donc intérêt à sauvegarder ce fichier EQMOD.ini sous un autre nom de temps en temps pour pouvoir le restaurer. En dernier lieu on peut l'effacer et redémarrer la monture en position HOME. Dans ce cas, il faudra tout redéfinir : position de la station, etc.

Le forum EQMOD indique la procédure de correction, moins brutale, suivante :

- Faire un UNPARK
- Arrêter EQMOD, la monture n'étant pas parquée.
- Mettre la monture hors-tension sans la changer de configuration.
- Mettre la monture en position HOME (toujours hors-tension)
- Mettre la monture sous-tension.
- Redémarrer EQMOD et connecter la monture.

EQMOD sachant que la monture a été arrêtée non parquée et détectant le fait qu'elle a été arrêtée et redémarrée va réinitialiser la position de parage. Je n'ai pas bien compris cette procédure. A tester.

Autre méthode indiquée dans un forum, qui utilise la resynchronisation des codeurs (cf. 4.13.3).

1. Placer manuellement la monture en position home
2. Appuyer sur le bouton "Resync encoders". Les coordonnées de parage affichées devraient revenir à DEC = 90° et AZ = 0°.

A tester.

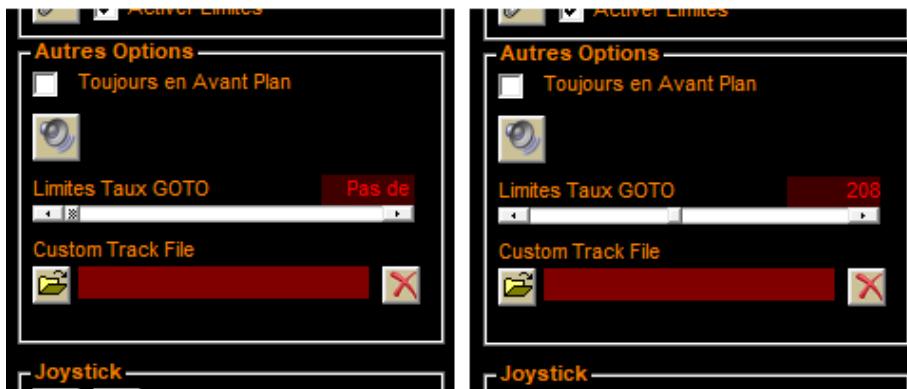
Autre méthode personnellement testée :

1. Faire un PARK sur HOME et attendre l'arrêt de la monture (qui peut se faire dans une position quelconque s'il y a un problème de données).
2. Arrêter EQMOD (par le biais de l'application tierce ou autre).
3. Mettre la monture hors-tension (l'éteindre).
4. Mettre manuellement la monture en position HOME (toujours éteinte).
5. Mettre la monture sous-tension (la rallumer).
6. Redémarrer EQMOD (par le biais de l'application tierce ou autre) et connecter la monture.

A priori, les données d'alignement ne sont plus bonnes, mais les autres paramètres sont conservés (coordonnées de la station, paramètres gamepad...).

Et en dernier recours il y a la méthode brutale qui consiste à effacer le fichier EQMOD.ini.

4.14 Limitation vitesse Goto



Si la case "Options Avancées" est cochée dans le cadre "Options Générales" des paramètres EQMOD, cf. section 4.1, le cadre "Autres options" du 3ème volet de la fenêtre EQASCOM contient un sélecteur "Limites Taux GOTO" qui permet de limiter la vitesse de ralliement utilisée lors des

Gotos. Positionné complètement à gauche (à zéro), aucune limite de vitesse n'est appliquée et le Goto est classiquement réalisé. Sinon, la vitesse limite indiquée (51 à 400) est appliquée et la monture est envoyée dans la direction de la cible à cette vitesse. cela permet d'interrompre ce mouvement à tout instant. Lorsque la cible est atteinte ou dépassée, le mouvement à vitesse constante est arrêté et remplacé par un Goto classique vers la cible, qui étant très proche va se faire très lentement.

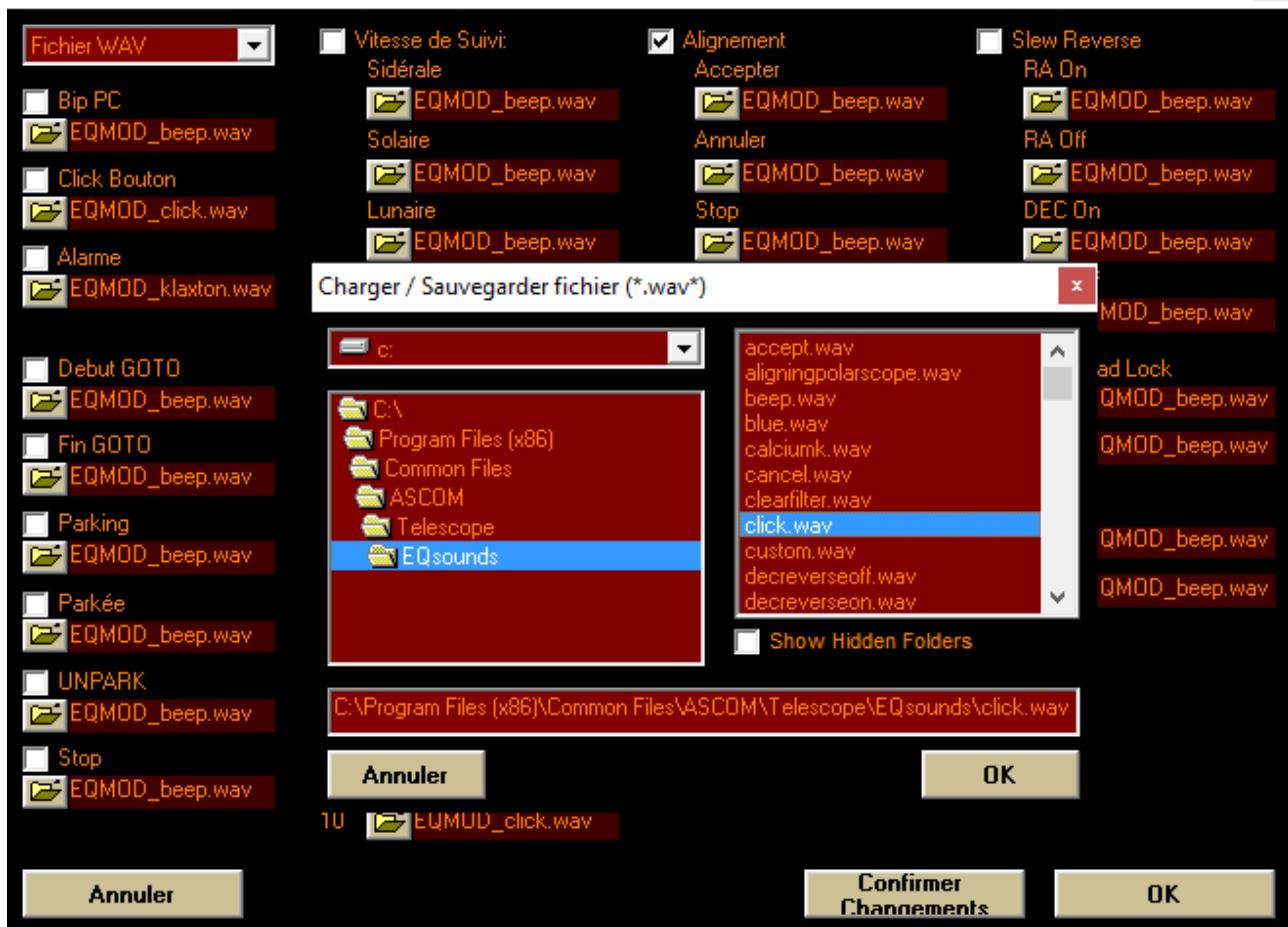
4.15 Édition des sons

Le cadre "Autres options" du *3ème volet de la fenêtre EQASCOM* contient un bouton "haut-parleur".



L'appui sur ce bouton active un configulateur qui permet de sélectionner les sons affectés à certains événements.

Définir Sons



La liste déroulante en haut à gauche permet de choisir entre "Meut", "Bip Pc" ou "Fichier Waw". Dans ce dernier cas, si on clique sur un des boutons "dossier" on peut choisir le fichier son qui sera affecté à l'évènement, qui par défaut sont rangés dans le répertoire C:\Program Files (x86)\Common Files\ASCOM\Telescope. On peut en rajouter d'autres, mais comme ce répertoire n'est plus accessible avec les Windows récents , on utilisera le répertoire suivant qui émule son accès : %APPDATA%\Local\VirtualStore\Program Files (x86)\Common Files\ASCOM\Telescope.

L'utilisation d'un son est particulièrement intéressant pour l'opération de synchronisation (qu'on devrait plutôt nommer "correction de visée stellaire") que l'on fait avec un gamepad, depuis la monture, assez loin de l'écran du PC, car comme nous le verrons plus loin, cette opération nécessite un double appui rapproché sur un bouton du gamepad et il arrive qu'elle ne soit pas prise en compte. Le retour d'un témoin sonore permet de lever l'incertitude.

4.16 Utilisation d'un Gamepad pour actionner la monture

Un gamepad (Logitech F310 par exemple) connecté à un port usb du pc peut être utilisé pour actionner la monture. C'est assez pratique quand on a un œil dans un oculaire et que le PC est hors de portée.



Pour accéder au configurateur du gamepad, il faut cliquer sur la "clé plate" du cadre "Joystick" en bas du **3ème volet de la fenêtre EQMOD**. Le configurateur du gamepad s'ouvre. Il comporte un certain nombre de lignes qui correspondent aux actions que peut commander le gamepad.

Pour affecter un bouton du gamepad à une action, on sélectionne la ligne de l'action à la souris puis on appuie sur le bouton du gamepad.

Un bouton quelconque du gamepad peut commander plusieurs actions. Il suffit de l'affecter à chacune d'elles. Mais une action ne peut être commandée que par un bouton du gamepad, le dernier qui lui a été affecté.

Lors de cette programmation, il faut faire attention au fait qu'une action est toujours sélectionnée, et que le seul moyen pour désélectionner cette action est d'en sélectionner une autre. Ainsi, la première ligne "Arrêt d'urgence" est déjà sélectionnée à l'ouverture du configurateur et en manipulant le gamepad, on peut affecter sans s'en rendre compte un bouton à cette action. Quand on a terminé sa configuration, on a intérêt à enregistrer et quitter le configurateur le plus rapidement possible pour ne pas avoir à tout recommencer suite à des affectations intempestives.

Les réglages sont sauvegardés dans le fichier %APPDATA%/EQMOD/JOYSTICK.ini.



Nomenclature F310 en mode D

Mon gamepad possède dessous un minuscule **interrupteur à 2 positions X et D** (D pour

DirectInput et X pour XInput ?). Sous EQMOD, en position D, il y offre davantage de possibilités qu'en mode X (2 boutons actifs en plus). Dans ce cas, il faut également cocher la case "Dual Speed Joystick" dans le configurateur. En **mode D**, EQMOD reconnaît sur mon logitech F310 les boutons et manettes suivantes :

Les boutons numérotés 1 à 11 sont désignés TOUCHE_1 à TOUCHE_11 dans le panneau "Configuration du joystick". Les positions manettes marquées N, S, E et W sont désignées POV_N, POV_S, POV_E, et POV_W dans ce panneau.

Le bouton marqué +/11 est un interrupteur non répertorié par EQMOD mais qui conditionne le fonctionnement du gamepad : Fermé (led éteinte) c'est la manette en forme de + à gauche qui est active pour les actions N, S, E et W. Allumée, (led verte allumée), c'est la manette n° 11 qui est active pour ces actions.

La position éteinte est intéressante si on utilise EQMODLX+Satellite Tracker, car Satellite Tracker utilise (uniquement) les N, S, E, W de la manette 11 que ce bouton soit allumé ou éteint. En position éteinte on dispose donc de la manette en + pour EQMOD et la manette 11 pour Satellite Tracker.

Exemple d'affectation des touches :



La gâchette 7 n'est pas affectée.

Remarque : Si on assigne l'action "Sync" (qui consiste à signaler qu'on a aligné le télescope avec une cible) à un bouton, ce bouton doit être appuyé 2 fois de suite assez vite pour que l'action soit prise en compte. Il est judicieux d'associer un son à l'opération "Sync" pour s'assurer que l'action a bien été prise en compte.

Ci-dessous la nomenclature en **mode X**



Nomenclature F310 en mode X

Retro Nintendo Joystick :



Retro nintendo joystick

L'ancien joystick Nintendo offre une alternative intéressante car il prend peu de place. Pour le configurer, décocher la case "POV Pad enabled" pour pouvoir affecter les boutons aux différentes actions. Il n'offre que 6 boutons (numéros EQMOD 1 à 4, puis 5, 6 et 9, 10), et la croix directionnelle pour commander les axes X et Y. Pour la configurer il faut, dans le cadre calibration du Joystick, appuyer sur le bouton "Calibration". Ensuite appuyer sur les cotés gauche et droit , puis haut et bas de la croix (les mini et maxi des axes X et Y doivent se mettre à 0 et 65535). Cocher

éventuellement la case "Swap XY" et vérifier que le swap a été pris en compte, sinon recommencer la calibration.

J'ai personnellement eu des déboires avec un modèle qui séparait mal les appuis en X des appuis en Y. Je suis finalement revenu au Logitech.

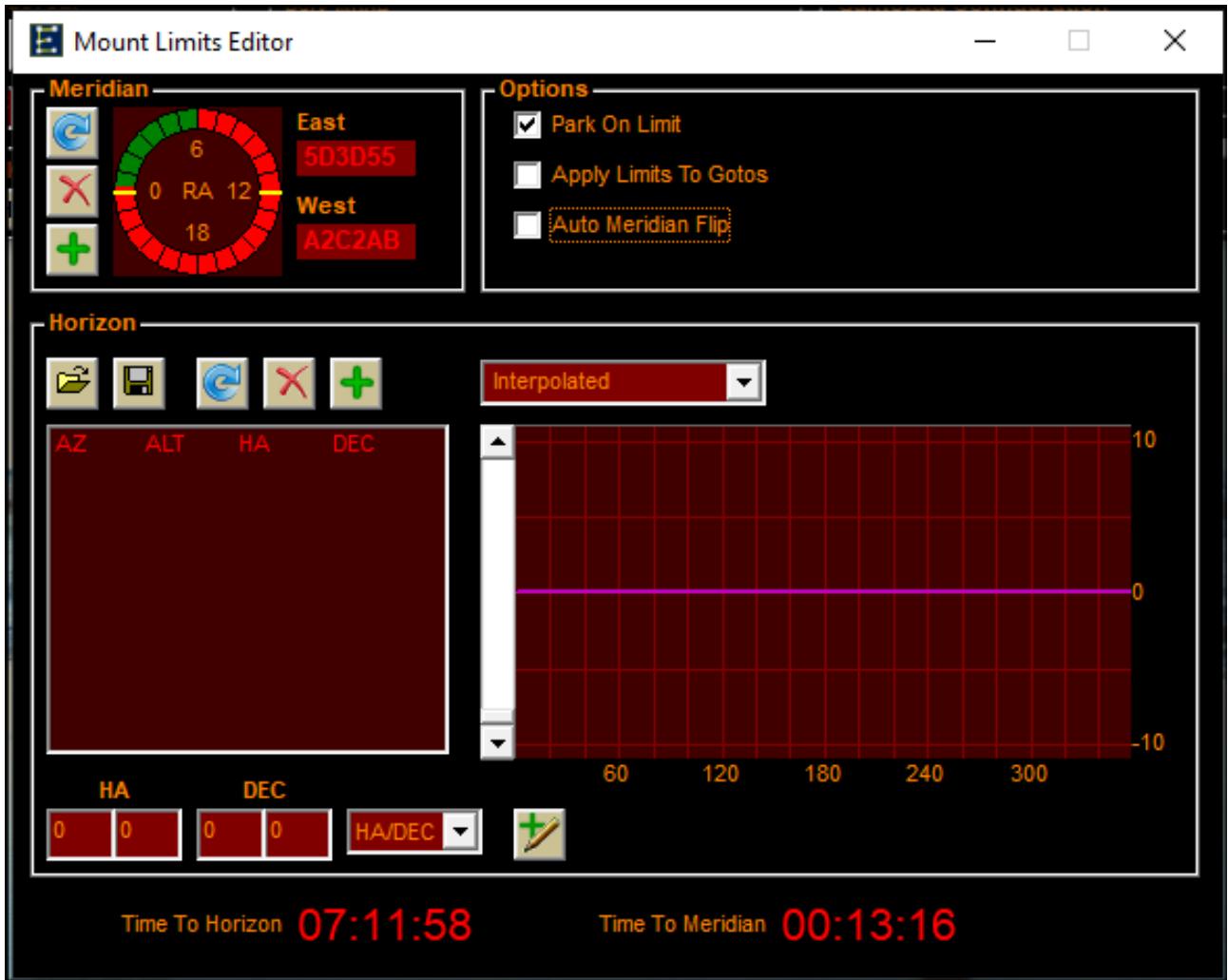
Remarque : Dans le répertoire d'installation d'EQMOD l'application **gpmonitor.exe** permet de tester les boutons d'un gamepad. Lorsque la ligne "Buttons=n" affiche un numéro de bouton, il sera vu par EQMOD en tant que Touche_k avec k pas forcément égal à n. Les lignes POV, R, Z X et Y affichent les valeurs envoyées par les boutons pseudo-analogiques.

4.17 Gestion des limites



Pour qu'EQMOD gère les limites du télescope, il faut cocher la case "Activer Limites" du cadre "**Limites Monture**" du 3ème volet de la fenêtre EQMOD.

En cliquant sur la "**clé plate**" du cadre "Limites Monture", on ouvre un "**Éditeur Limites Monture**".



Dans le cadre "Options", on peut cocher :

- "**Park si Limites**" (non coché par défaut) : Si coché, il y aura retour vers la position PARK si une limite est atteinte au cours d'un suivi.
- "**Activer Limites pour Gotos**" (coché par défaut) : Il s'agit des limites concernant l'horizon : Si la cas est cochée on ne peut démarrer un Goto que si la cible est au-dessus des limites définissant l'horizon.
- "**Inverser méridien Auto**" (non coché par défaut). Si coché, EQMOD procdera automatiquement, lors d'un suivi qui arrive au méridien, au basculement de la monture puis  la poursuite du suivi.

Ces options ne sont mises en oeuvre que si la case "Activer Limites" est cochée, et de plus la dernière option ("Inverser méridien Auto") n'est accessible que si l'on a, au préalable, autorisé EQMOD  gérer ce basculement dans les paramètres de base en cochant la case "Autoriser Inversion Méridien Auto" dans le panneau "Options Générales" (section 4.1.5) de la fenêtre "réglages ASCOM".

- case "Activer les limites" NON cochée : Dans ce cas les limites ne sont pas prises en compte :
 - Un Goto est exécuté vers la cible, même si elle est sous l'horizon.
Normalement le Goto est exécuté vers la configuration contre-poids en bas, sauf si

"Force Flipped Goto" a été coché juste avant de lancer le Goto (voir section 4.5.1), auquel cas le Goto se fera vers la configuration contre-poids en haut. La coche sur "Force Flipped Goto" sera enlevée dès la fin du Goto : les Goto vers une configuration contre-poids en haut doivent être forcés à chaque fois.

- Une cible suivie peut passer sous l'horizon. Elle peut également franchir le méridien et faire monter la barre des contre-poids au dessus de la tête de la monture, si elle était contre-poids en bas avant le passage du méridien.

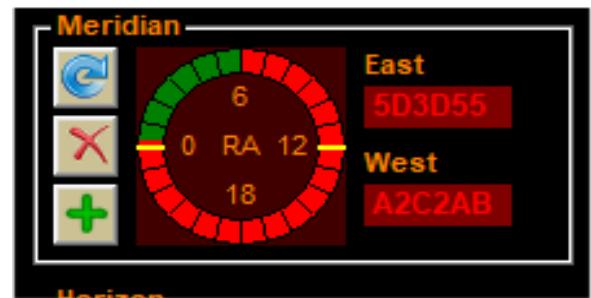
■ case "Activer les limites" **COCHÉE** :

1. Si aucune des 3 cases "Park si Limites", "Activer Limites pour Gotos" et "Inverser méridien Auto" n'est cochée :
 - les Gotos vers une cible hors limite ne sont pas exécutés.
 - Les suivis qui atteignent une limite sont simplement arrêtés et EQMOD commute en "Mode Suivi : Aucun".
2. Si "Park si Limites" est coché (ne conditionne que les suivis) : Un suivi qui atteint une limite est arrêté et la monture est ramenée en position PARK (HOME a priori).
3. si "Activer Limites pour Gotos" est coché (ne conditionne que les Gotos) : Un Goto vers une cible sous l'horizon n'est pas exécuté. Un Goto vers une cible au-dessus de l'horizon est exécuté vers la cible en configuration contre-poids en bas (un Goto vers une cible en configuration contre-poids en haut n'est possible qu'avec "Activer les limites" non coché, et en cochant, juste avant, la case "Force Flipped GoTo" du 1er Volet, 2ème aspect obtenu par le bouton "+").
4. si "Inverser méridien Auto" est coché (ne conditionne que les suivis) : Lorsque le pointage arrive au méridien (avec les contre-poids à l'horizontale), au lieu de ramener la monture en position Park, EQMOD la fait basculer en passant par le pôle (contre-poids au plus bas), vers l'autre solution (avec les contre-poids à l'horizontale de l'autre côté). Cela permet de retrouver la cible puis de la suivre avec les contre-poids qui vont ensuite s'abaisser.

Lorsque la monture est arrêtée sur une limite, on la ramène à l'intérieur du domaine autorisé en commande manuelle EQMOD ou on commande une opération PARK.

Le cadre "**Méridien**" permet de modifier les limites aux abords du méridien. La limite contre-poids coté Est, tête coté Ouest est située vers le 0h du cadran horaire avec (pour la monture simulée) la valeur hexadécimale A2C2AB dans l'afficheur "Ouest".

Lorsque les contre-poids sont coté Ouest, la tête coté Est, la limite est située vers les 12h du cadran horaire avec (pour la monture simulée) la valeur hexadécimale



5D3D55 dans l'afficheur "Est".

Cet affichage est alambiqué car il est gradué en heures, en sens inverse des heures habituelles, en sens inverse de la rotation de la monture et en sens inverse de la variation des pas codeurs qu'il affiche dans les deux cadres Est et Ouest. La graduation utilisée sur ce cadran est la variable V décrite en section 3.6 où nous donnons les formules qui permettent de les convertir en degrés ou en pas codeurs.

A titre d'exemple, pour la monture simulée, V= 0h correspond à 10644608 pas codeurs en décimal. La butée est programmée à A2C2AB hexadécimal, c'est-à-dire à 10666667 décimal, soit 10666667-10644608=22059 pas codeurs après la valeur V = 0h. Or il y a 9024000 pas codeurs (monture simulée) pour 24x3600s. La limite sera donc atteinte $24 \times 3600 \times 22059 / 9024000 = 211$ secondes après le passage des contre-poids à l'horizontale (après car V varie en sens inverse du temps). Ainsi, avec la monture simulée , lorsque l'azimut passe exactement à 180° et qu'elle franchit le méridien, **Time to meridian** (en bas de la fenêtre) affiche 00:03;31 c'est-à-dire 211 secondes qui est le temps qu'il reste avant que la limite "A2C2AB" soit atteinte.

Nous avons décrit ce cadran horaire en sections 3.6.4 et 4.5.2. Le secteur de couleur va de la positon HOME de la tête de la monture point le plus en haut, marqué 6h, vers la direction pointée par la tête de la monture. Si la tête de la monture penche coté Ouest, le secteur est vert sur fond rouge et grandit en descendant à gauche coté 0h. Si la tête de la monture penche coté Est, le secteur est rouge sur fond vert et grandit en descendant coté 12h.

On peut modifier les valeurs des limites. Pour modifier la limite tête coté Ouest, en partant de la position home on amène la monture en commande manuelle, au moyen du boutons O(uest) à la position limite désirée et on appuie sur le bouton "+" vert, ce qui produit l"acquisition de la valeur de la limite dans l'afficheur Ouest. Puis, on fait de même du coté Est, toujours en partant de la position HOME (contre-poids en bas). Des traits jaunes figurent également les limites sur le cadran horaire.

On supprime ces limites en cliquant sur le bouton "X" et on restaure les limites originales en cliquant sur le bouton retour (flèche arrondie bleue).

Le deuxième cadre "**Horizon**" (figure en début de section) permet de définir un profil limite d'horizon. Le profil par défaut correspond à un angle de hauteur pointée égal à 0° . Pour définir un profil personnalisé, il suffit de pointer une succession de directions qui définissent la limite d'horizon à prendre en compte, à appuyer sur le bouton "+" pour chaque direction, puis à enregistrer le profil créé. L'ajout d'un point unique va créer une limite générale à la hauteur de ce point.

Ce profil personnalisé peut-être facilement intégré au logiciel de planétarium *Cartes du Ciel* et un peu plus laborieusement à *Stellarium*.

La dernière ligne de cet éditeur affiche la durée prévue avant l'atteinte de la limite d'horizon (ici --:--:--, c'est-à-dire que le suivi actuellement n'intersecte pas la limite horizon) et la durée prévue avant l'atteinte de la limite méridien (ici dans 00h13m16s).

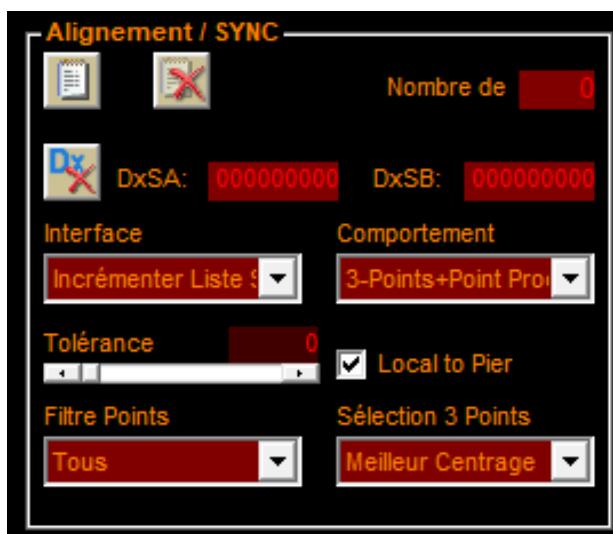
Lors d'un changement de PC, on peut enregistrer les limites actuelles de l'horizon pour les recharger

sur le nouveau PC à l'aide des boutons Save puis Load du cadre Horizon. Pour les valeurs limites concernant le méridien, on les récupèrera dans le fichier EQMOD.ini. Ce sont (valeurs données à titre d'exemple) les lignes suivantes :

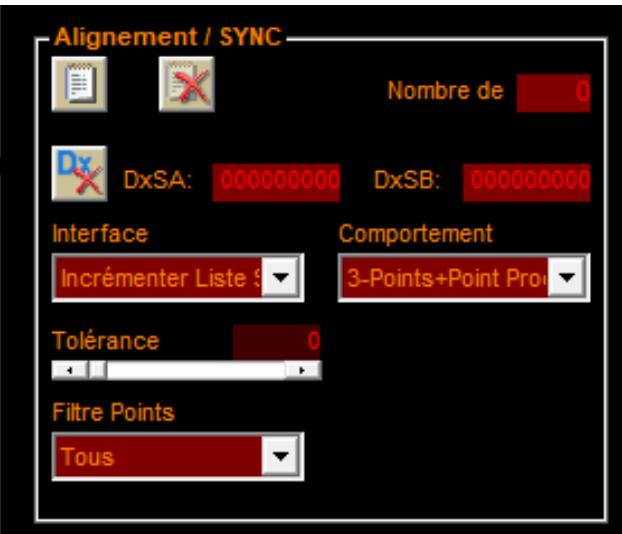
```
LIMIT_SLEWS=1
LIMIT_PARK=0
LIMIT_HORIZON_ALGORITHM=0
LIMIT_ENABLE=1
RA_LIMIT_WEST=10666667
RA_LIMIT_EAST=6110549
```

4.18 Alignements

Le deuxième volet de la fenêtre EQMOD présente un cadre intitulé "**Alignement/SYNC**" qui permet de gérer l'ensemble des procédures appliquées par EQMOD pour améliorer le pointage vers les cibles visées. Il faut au préalable avoir enregistré des erreurs entre des cibles et les lignes de visées correspondantes atteintes en Goto. Pour cela l'observateur recentre à chaque fois la ligne visée vers la cible en mode manuel (motorisé commandé EQMOD) en s'aidant d'un oculaire réticulé ou d'une prise de vues par APN ou caméra et signale la fin du recentrage pour qu'EQMOD enregistre les coordonnées de la cible et les erreurs de coordonnées correspondantes. Cette opération est appelée synchronisation ou plus simplement **SYNC**.



Avec options avancées



Sans options avancées

Dans le cadre "Alignment/SYNC", le bouton du haut, "feuille de bloc-notes" permet d'édition la liste des mesures effectuées et le boutons "X" rouge permet d'effacer toutes les mesures de cette liste dont le nombre figure à gauche après l'étiquette "**Nombre de**".

Les valeurs affichées dans "DxSA" et "DxSB" sont les décalages courants exprimés en micropas codeurs entre les coordonnées catalogues et les valeurs moteurs et le bouton "DxX" semble être une remise à zéro de ces décalages. Je n'ai pas compris comment fonctionne ces éléments. Quand je regarde, ils sont toujours à zéro.

Le curseur "**Tolérance**" (Proximity Range) est un seuil qui permet d'éliminer les anciens points

d'alignement se trouvant à une distance inférieure à cette valeur du point qui vient d'être acquis. La valeur va de 0 à 15° et s'incrémenter par pas de 1°. La case à cocher "Local to Pier" (qui n'est présente que si la case "Options Avancées" est cochée dans le cadre "Options Générales" des paramètres EQMOD, cf. section 4.1) doit permettre de limiter cette élimination aux points qui sont du même côté du méridien Est-Ouest que le point qui vient d'être acquis.

4.18.1 Débrayage pour recalage initial

Chris Shillito propose lors de la toute première visée d'alignement, en particulier lorsque l'écart est relativement grand entre la cible et la ligne de visée une méthode qu'il nomme "**The unclutching method for the first star**" et qui consiste à débrayer les axes pour effectuer la première correction vers la cible en mode manuel non motorisé, puis de rembrayer et peaufiner le ralliement en mode commandé standard avant d'enregistrer le pointage et sa correction. cela devrait avoir pour effet de diminuer les erreurs en A.D. et DEC lors des alignements ultérieurs.

Dans le cas où la monture possède des codeurs matériels (cas de l'AZ-EQ6 : ces codeurs sont de plus faible résolution que les pas des moteurs utilisés pour la commande de la monture), il convient de les désactiver car autrement EQMOD risque de compenser le décalage manuel effectué pendant le débrayage. Pour cela, il faut aller dans le cadre "**Development Testing Area**" d'EQMOD, et mettre la liste déroulante sur "**Disable Encoders**". Par défaut cette liste est sur "Enable Encoders", ce qui à mon avis n'apporte aucun avantage.

4.18.2 Procédure de correction des coordonnées

Le sélecteur "**Filtre Points**" permet de faire une sélection parmi les points de mesures enregistrés :

- "**Tous**" : Tous les points sont éligibles,
- "**PierSideOnly**" : Cette option doit limiter l'éligibilité aux points qui sont seulement du même côté du méridien Est-Ouest que la cible,
- "**Quadrant Local**" : Seul les points du même côté du méridien Nord-Sud et du même côté du méridien Est-Ouest que la cible seront éligibles.

La méthode de correction appliquée en utilisant les points éligibles est choisie à l'aide du sélecteur "**Comportement**". Il y en a deux :

1. Comportement "**Point proche**" : EQMOD recherche parmi les directions éligibles celle qui est la plus proche de la direction à viser. Les coordonnées du point à viser sont modifiées, tout simplement, en leur appliquant la même correction que celle qui a été appliquée au point sélectionné.
2. Comportement "**3-Points + Point Proche**" : Si le nombre de points éligibles est inférieur à 3, la méthode précédente ("Point proche") est utilisée. S'il y en a 3 ou plus, parmi les C_N^3 combinaisons de triangles réalisables avec les N points éligibles EQMOD choisit un triangle contenant le point par une stratégie qui dépend du sélecteur "**Sélection 3 points**" (qui n'est présent que si la case "Options Avancées" est cochée dans le cadre "Options Générales" des paramètres EQMOD, cf. section 4.1) :

- sélecteur sur "**Meilleur centrage**" (Best Center) : Je l'interprète comme étant le choix du triangle contenant le point dont le barycentre est le plus proche de la cible.
- sélecteur sur "**Points proches**" (Closest Points) : Je l'interprète comme étant le choix du triangle contenant le point dont la somme des distances des 3 sommets à la cible est la plus faible.

Si le point visé est à l'extérieur du triangle sélectionné, le triangle n'est pas utilisé et c'est le comportement "Point proche" qui est appliqué. S'il est à l'intérieur, la direction visée est corrigée par la transformation affine qui transforme les coordonnées théoriques des 3 points en leurs coordonnées mesurées..

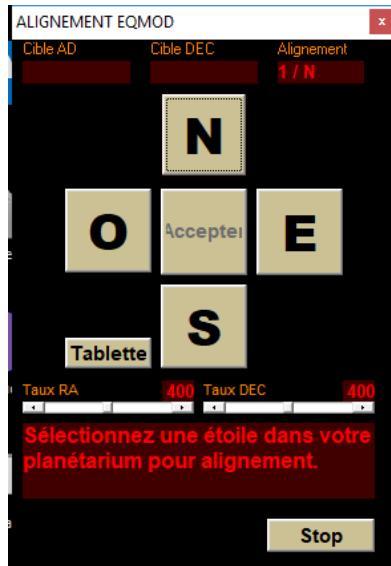
Remarque : Les coordonnées utilisées sont des constantes mémorisées dans le repère de la monture. Elles ne correspondent donc que momentanément à une direction stellaire qui se déplace par rapport à ces points de mesure.

Dans une précédente version, je comparais les comportements "Point proche", "3-Points + Point Proche" en pensant que des corrections étaient engendrées en continu pendant le suivi, ce qui n'est pas le cas. Les corrections ne concernent que la direction qui est ralliée par le Goto, ensuite EQMOD n'envoie que l'ordre de suivi et éventuellement les ordres de guidage dans le cas du mode de guidage pulseguiding.

4.18.3 Acquisition des données d'alignement

Il existe deux interfaces d'acquisition des données d'alignement. On en choisit une à l'aide du sélecteur "**Interface**" du cadre "**Alignement/SYNC**" du deuxième volet de la fenêtre EQMOD.

1 - L'ancienne interface est active quand "**Dialogue**" est apparent sous "Interface". Cette méthode est déclarée obsolète dans la documentation, mais elle fonctionne toujours. Quand "Dialogue" est affiché, un bouton "+" vert est affiché à coté du "X" rouge d'effacement de la liste de points. Il permet de lancer la procédure d'ajout d'une mesure. Cette procédure ouvre une petite fenêtre "**ALIGNEMENT EQMOD**" avec des boutons de commande manuelle, dont le seul intérêt par rapport au 1er volet de la fenêtre EQMOD est d'offrir le bouton "Accepter" au centre des 4 boutons N,S,E,O.



A l'aide d'un logiciel de planétarium associé (cf. section 4.23.1 ou 4.23.2) on effectue un Goto sur l'étoile choisie. Le logiciel communique à EQMOD les coordonnées de la cible. Après le Goto, on centre l'étoile dans le réticule à l'aide des commandes manuelles EQMOD. Quand l'étoile est centrée, on clique sur le bouton central "**Accepter**" ou on effectue un double-clic sur son équivalent du gamepad.

On peut répéter la procédure pour d'autres étoiles. A n'importe quel moment on peut arrêter et fermer la fenêtre "ALIGNEMENT EQMOD" avec le bouton "STOP". On peut reprendre plus tard.

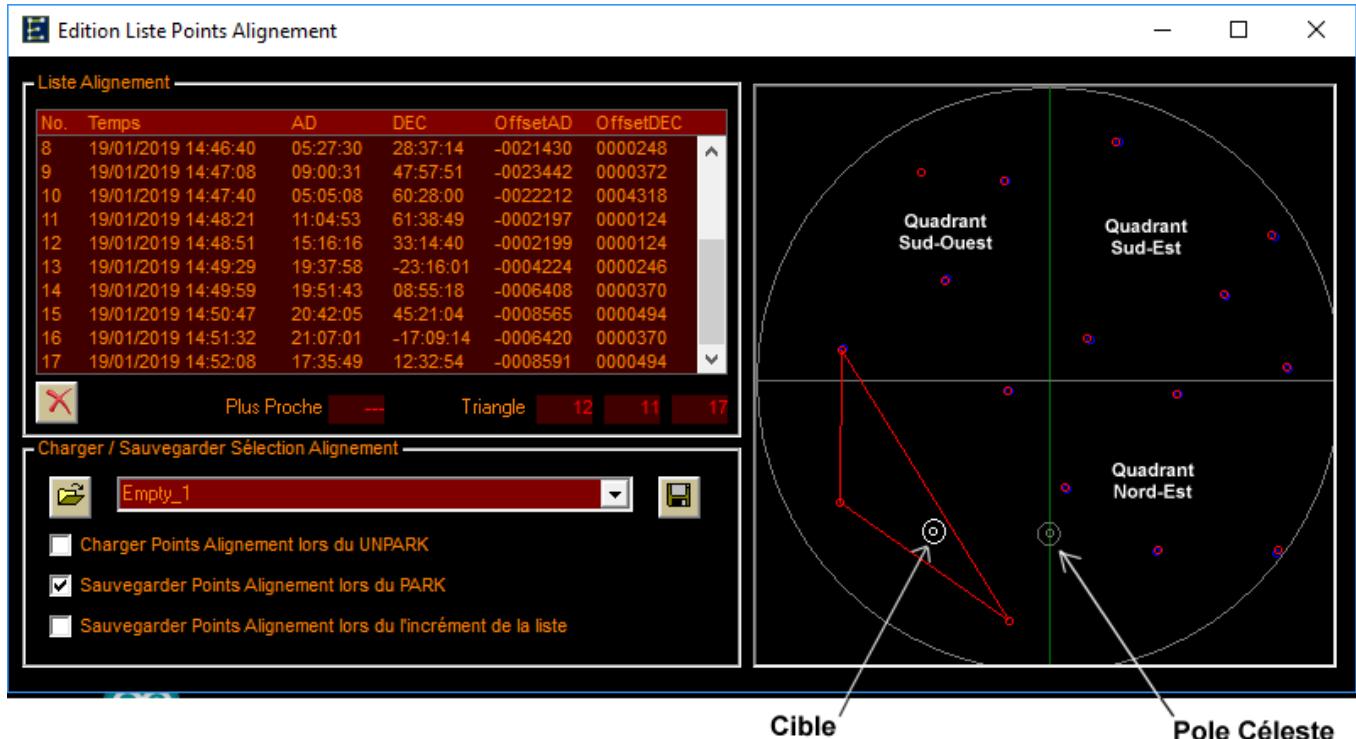
2 - La nouvelle interface est active quand "**Incrémenter Liste SYNC**" est affiché sous "Interface". **Cette interface n'affiche rien** et de plus elle efface le bouton "+" vert. Si on veut avoir la fenêtre "ALIGNEMENT EQMOD" avec ses boutons de commandes N,S,E,O et son bouton "Accepter" à l'écran, on peut mettre l'interface sur "Dialogue", cliquer sur le "+" vert, puis remettre l'interface "Incrémenter Liste SYNC" en service. L'ajout de mesures se fait exactement de la même manière qu'avec l'ancienne méthode : pointage d'une direction à l'aide d'un Goto depuis un logiciel de planétarium associé, puis centrage de l'étoile à l'aide des commandes manuelles EQMOD, puis synchronisation (c'est-à-dire validation) du centrage effectué. La seule différence est que dans ce cas on a la possibilité supplémentaire d'envoyer le signal *Accepter* directement depuis le logiciel de planétarium, soit par le bouton SYNC dans Cartes du Ciel, soit par CTRL+3 dans Stellarium.

Remarques :

- La monture peut être en suivi ou en statique lors de la synchronisation, mais il est plus facile et plus précis de le faire en suivi. Les coordonnées enregistrées (dans le repère monture) sont les coordonnées horaires locales pointées par la monture à l'instant de la synchronisation : Le temps sidéral local est utilisé pour convertir l'ascension droite visée en angle horaire local. Le temps est également enregistré, mais sa valeur n'est utilisée que pour l'affichage.
- Il faut éviter de choisir des étoiles trop basses à cause de l'erreur due à la réfraction.

4.18.4 Édition des données

Quelle que soit l'interface, les mesures sont acquises et mémorisées dans une liste que l'on peut afficher et éditer à l'aide de la fenêtre "**Édition Liste Points Alignement**" qui est activée par un clic sur le 1er bouton figurant un bloc-notes" en haut à gauche du cadre "Alignement/SYNC".



La fenêtre d'édition comporte un cadre "Liste Alignement" avec la liste des mesures effectuées, un cadre "Charger/Sauvegarder..." et un **planiciel** sur lequel figure la position du pôle céleste, les positions des mesures effectuées, et la cible actuellement visée. Dans le cas de notre figure, le "Comportement" était sur "3-Points+Point Proche", le "Filtre Points" était sur "PierSideOnly" et le sélecteur "Sélection 3 points" était sur "Points Proches. Le triangle sélectionné pour effectuer la correction des coordonnées de la cible est tracé en rouge. Pendant un Goto vers une autre direction, on voit la cible se déplacer et les changements de triangle sélectionné ou le point proche sélectionné quand la cible est à l'extérieur du convexe constitué sur les points éligibles.

En bas du cadre "Liste Alignement" une croix "X" rouge permet de supprimer la mesure associée à la ligne sélectionnée dans la liste liste. L'affichage "Plus proche" affiche le numéro du point le plus proche de la cible qui sera utilisé pour effectuer la correction. Dans notre cas l'affichage contient "---" car c'est un triangle qui est sélectionné, L'affichage "Triangle" fournit les numéros des sommets du triangle sélectionné, dans notre cas, les mesures 12, 17 et 11.

Remarque : La figure est peut-être imprécise. L'indicateur PierSide commute sur le méridien Est-Ouest qui n'est pas le diamètre horizontal Est-Ouest de la figure précédente, mais qui est un arc d'ellipse, projection du grand cercle qui passe par les points diamétralement opposés Est et Ouest et par le pôle céleste, ce qui fait qu'à notre latitude les quadrants Sud-Ouest et Sud-Est ont une surface beaucoup plus grande que les quadrants Nord-Est et Nord-Ouest.

4.18.5 Enregistrement, Sauvegarde des mesures

La fenêtre "Édition Liste Points Alignement" comporte un cadre "**Charger/Sauvegarder Sélection Alignement**" qui offre diverses possibilités :

On peut à tout moment donner une nom à notre liste et la sauvegarder et on peut à tout moment charger une liste précédemment sauvegardée. Ceci n'a d'intérêt que si la monture est EXACTEMENT à la même place et dans la même configuration angulaire. En particulier, le fait de débrayer un axe et de le déplacer au cours d'une session rend toutes les mesures caduques pour la suite de la session.

Si on parque la monture à la fin d'une session et qu'on la redémarre le lendemain sans l'avoir bougée, les données sauvegardées la veille seront toujours valables et on pourra faire des pointages précis sans nouvelle synchronisation dès le redémarrage. Si on s'aperçoit que les pointages ne sont pas précis, il y a des chances que la monture ait été déplacée. Dans ce cas, il y a intérêt à effacer la liste, et à en créer une nouvelle.

Trois cases à cocher déterminent des comportements automatiques :

"Charger Points Alignements lors du UNPARK" : suivant la coche la liste est ou n'est pas chargée en début de session.

"Sauvegarder Points Alignements lors du UNPARK" : suivant la coche la liste est ou n'est pas sauvegardée à la fin de la session.

"Sauvegarder Points Alignements lors du l'incrément de la liste" : suivant la coche la liste est ou n'est pas sauvegardée après chaque ajout d'une nouvelle mesure.

Ces options sont surtout intéressantes pour une station fixe. On peut dans ce cas sauvegarder plusieurs jeux de données patiemment élaborées pour différentes zones du ciel et/ou pour différentes charges de la monture.

4.18.6 Pendant le suivi

Lors d'une opération de Goto, EQMOD corrige les coordonnées données en fonction de la liste des mesures et du *comportement* choisis. Lors du suivi qui suit ce goto, ces données ne sont plus utilisées. Le pointage du télescope évolue normalement en respectant la vitesse de suivi choisie (stellaire, lunaire, solaire, personnalisée) modifiée éventuellement par les corrections apportées par la PEC et/ou par les corrections apportées par l'autoguidage.

4.18.7 Facteurs de précision du pointage

La précision des pointages est modifiée ou dégradée par plusieurs facteurs :

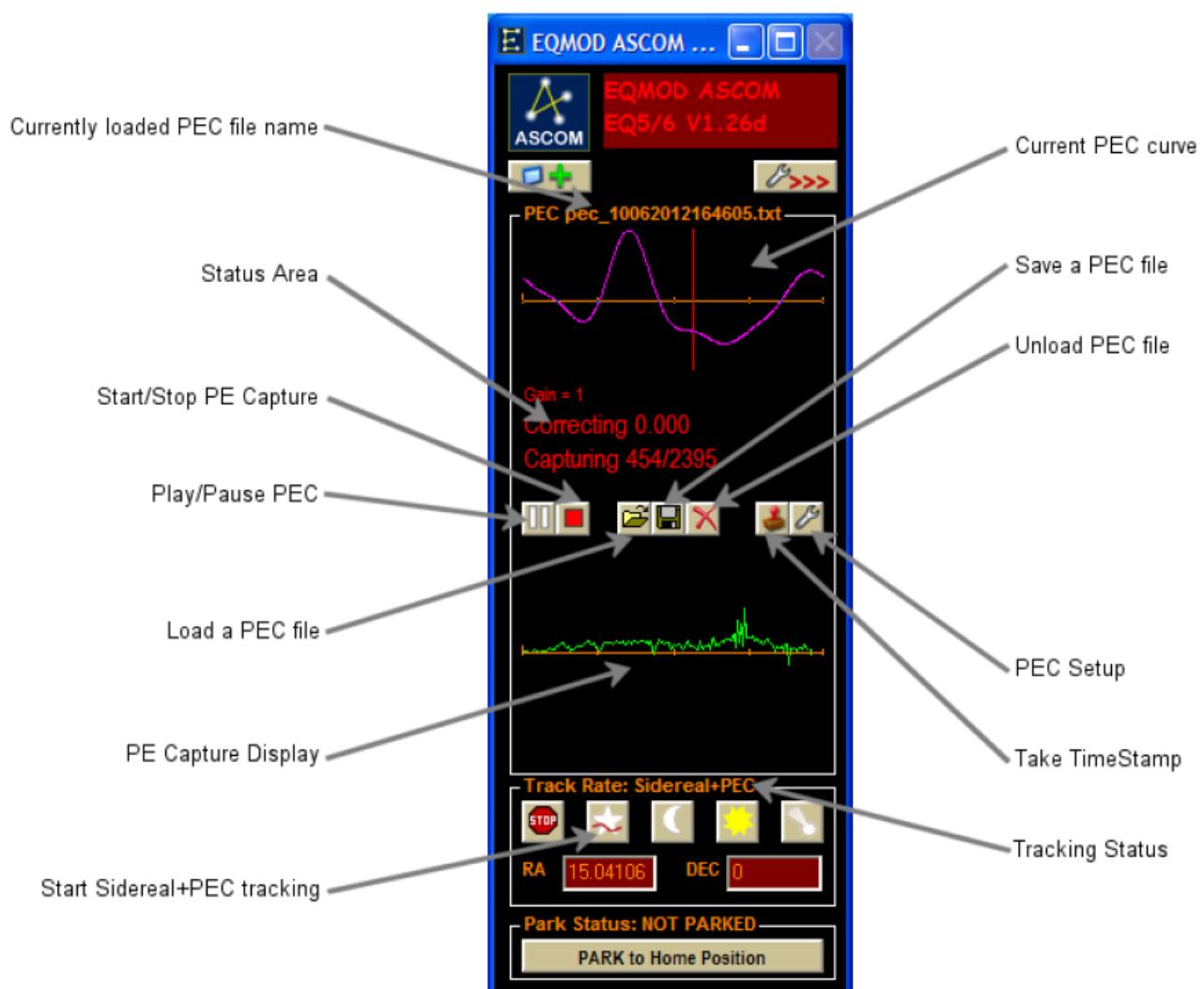
- un écart ou une dérive de l'écart entre le temps du PC et le temps TU. L'utilisation d'un GPS géré par EQMOD éliminera ce facteur,
- une modification de la charge de la monture fera varier sa flexion,
- le changement de lunette ou télescope ou sa collimation,

- le débrayage d'un axe.
- le déplacement du support de la monture.

4.19 PEC : Correction de l'erreur périodique

L'erreur périodique est notée PE (periodic error) et la correction à appliquer à la monture est notée PEC (periodic error correction). *Cette correction n'est appliquée qu'en suivi sidéral.*

L'accès au panneau de gestion de l'erreur périodique se fait, à partir du 1er volet, en cliquant 3 fois sur le bouton , ce qui fait apparaître l'aspect suivant de ce 1er volet :



Lorsque qu'une séquence d'erreur périodique a préalablement été enregistrée et chargée, son nom figure après le titre PEC et son graphique est tracé en dessous.

Une aire de Status indique le gain appliqué aux corrections, l'état activé ou non de la mise en oeuvre de la correction, et la durée enregistrée par rapport à la durée totale quand on est en cours d'enregistrement.

Des boutons permettent :

- de **charger** des fichiers de PEC préalablement enregistrés,

- de **sauvegarder** la PE et le fichier PEC correspondant pour l'acquisition qui vient d'être faite,
- d'**effacer** l'enregistrement en cours.

Si aucun nom ne figure en haut du cadre PEC, il faut au préalable charger un fichier de PEC (bouton "dossier") pour pouvoir la mettre en action.

Lorsque la PEC est activée, le bouton de suivi stellaire est barré par une onde rouge et l'indication devient Suivi sidéral + PEC.

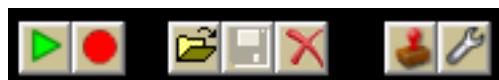
4.19.1 AutoPEC : Enregistrement d'une PEC

Cette fonctionnalité permet, à partir des corrections en A.D. envoyées à la monture par un logiciel d'autoguidage ou par un guidage manuel (surveillance à l'oculaire réticulé avec recentrage par les commandes manuelles avec le joystick ou la souris) d'évaluer l'erreur périodique (PE) associée à des positions des codeurs. Ces erreurs sont ensuite filtrées pour élaborer la courbe de correction des erreurs périodique (PEC). Si le guidage est effectué par logiciel, il y a intérêt à désactiver le dithering du logiciel de guidage pendant cet enregistrement afin de ne pas ajouter de modifications aléatoires supplémentaires à la direction visée.

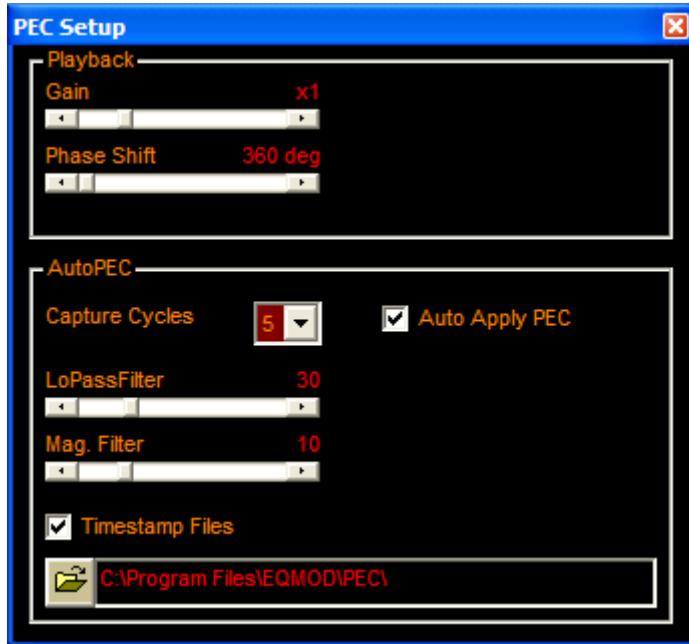
Le bouton **Start/Stop PE capture** (enregistrement/stop : rond ou carré rouge) permet de lancer l'enregistrement des erreurs et corrections envoyées.

L'enregistrement produit deux fichiers **pecapture_EQMOD.txt** qui contient les mesures brutes d'erreurs périodiques enregistrées et **pec.txt** qui est le fichier résultat fini de la correction. Ils sont enregistrés dans le répertoire d'installation d'EQMOD, ou (droits d'écriture insuffisants) dans %LOCALAPPDATA%\VirtualStore\Program Files (x86)\EQMOD\PEC. Cet emplacement peut être modifié avec le bouton enregistrer (disquette, ligne du milieu).

Le **bouton timestamp** (tampon encreur à manche rouge à côté de la clé plate, ligne du milieu) est utilisé pour ajouter dans le fichier EQMOD.ini un couple de valeurs position moteur / heure. Cet enregistrement permet de phaser les fichiers d'erreurs périodiques générés par d'autres programmes **PECPrep**, K3CCDTools, PHD...) relativement à la rotation de la vis sans fin.



Le bouton de **paramétrage** en forme de clé plate, ligne du milieu, dernier bouton à droite donne accès à une nouvelle fenêtre **PEC Setup** qui permet de gérer l'enregistrement :



Dans le cadre **Playback** :

- le **gain** permet de corriger un enregistrement dont l'amplitude de la PEC est erronée à cause d'une erreur de gain due par exemple à une mauvaise indication de la focale de la caméra guide, de la taille des pixels, de la déclinaison de l'étoile suivie, etc. **Lorsqu'on met en service la PEC, il faut vérifier que ce gain est bien sur 1** (où une valeur voisine).
- Le paramètre **Phase Shift** (le déphasage) permet de corriger une erreur de phase de la courbe enregistrée par rapport à la configuration actuelle de la vis sans fin.

Dans le cadre **AutoPEC** :

- **Capture Cycles** : Durée de l'enregistrement à faire en nombre de tours de la vis sans fin.
- **LowPassFilter** et **Mag. Filter** sont utilisés pour lisser l'enregistrement.
- **Auto Apply PEC** : La case **est à cocher** si on désire charger automatiquement le fichier de PEC à la fin de son enregistrement. Si on ne désire que l'enregistrer, on peut décocher cette case.
- **Timestamp Files** : En cochant cette case on ajoute aux noms des fichiers pecapture.txt et pec.txt un horodatage qui permet de différencier les enregistrements. On aura par exemple les noms suivants : pec_02282020150602.txt et pecapture_02282020150602_EQMOD.txt pour une session d'enregistrement effectuée le 28 février 2020 à 15h06m02s.

Pendant l'enregistrement, l'erreur périodique sera évaluée et tracée sur le graphique de capture qui affiche un cycle unique de données. A chaque nouveau cycle, la couleur du graphique de capture bascule (entre Rouge / Vert). La progression de la capture est affichée dans la zone d'état.

Une fois la capture terminée, les données d'erreur périodiques sont écrites dans le fichier pecapture_EQMODtxt qui peut ensuite être analysé davantage en utilisant PECPrep. Le fichier pec.txt est automatiquement généré et enregistré.

Si l'option AutoApply PEC a été sélectionnée, le fichier pec.txt sera automatiquement chargé dans

EQMOD.

AutoPEC peut être exécuté pendant un guidage avec PEC active.

4.19.2 Activation de la PEC (VS-PEC)



L'activation de la correction de l'erreur périodique suppose qu'un fichier PEC a été préalablement enregistré.

L'activation se fait simplement par le bouton **play/pause** (triangle vert ou 2 barres verticales) qui commande *l'activation de la correction ou son arrêt*.

La correction envoyée par EQMOD est nommée **VS-PEC**. VS pour Variable Speed car elle se fait par une adaptation continue de la vitesse de suivi de la monture (alors que la PEC réalisée par la raquette SYNSCAN consiste à renvoyer exactement le profil temporel des commandes correctives qui a été enregistré lors de la séance d'enregistrement de l'erreur périodique, l'amplitude de ces corrections étant constante (généralement la moitié de la vitesse sidérale)). Pour simplifier l'écriture dans ce qui suit, **nous continuerons à nommer PEC ce qui en fait est la VS-PEC**.

Remarque : On peut utiliser l'enregistrement AUTOPEC pendant le suivi avec la lecture PEC active, ainsi un raffinement régulier de la courbe PEC peut être effectué à chaque fois qu'on guide la monture.

4.19.3 PEC et guidage

EQMOD gère 2 méthodes de guidage (voir chapitre 5) : ST-4 directement transmis par le logiciel de guidage à la monture, sans intervention d'EQMOD et Pulse-guiding où EQMOD adapte les ordres du logiciel de guidage avant de les transmettre à la monture.

Si on utilise ST-4, il vaut mieux ne pas activer la PEC qui risque d'apporter plus de perturbations au guidage que d'aide.

Si on utilise le pulse-guiding, la PEC est conçue pour soulager le travail du guidage.

- avec une étoile guide brillante et une faible erreur périodique, la PEC ne devrait pas améliorer les performances du guidage qui se trouve dans de bonnes conditions.
- mais avec une forte erreur périodique (+/- 25") et une faible étoile guide qui impose des durées d'exposition de 3 à 5 secondes, la VS-PEC en corrigeant une partie de l'erreur va permettre l'amélioration des performances du guidage.

Remarque : *La PEC doit être démarrée avant l'activation du guidage et non après.* En effet, considérons le cas où le guidage tient l'étoile guide bien centrée sans erreur, et qu'on démarre la PEC au moment où l'erreur périodique est, dans son cycle, à son maximum. EQMOD considérant que l'erreur périodique est maximale va envoyer des corrections importantes qui vont perturber le pointage qui était excellent. Si on démarre la PEC avant, très rapidement EQMOD considère que ses premières corrections ont ramené l'erreur périodique au voisinage de zéro et les corrections de VS-PEC suivantes sont assez faibles pour ne pas perturber le guidage.

4.19.4 PEC et parage

Pour assurer la synchronisation entre une courbe d'erreur périodique enregistrée et son utilisation ultérieure, il faut que lors de tous les arrêts et démarrages ultérieurs de la monture soient faits sous

EQMOD, avec la même position de la vis sans fin, car EQMOD considère qu'il retrouve la vis sans fin, dans son cycle, à la phase où il l'avait quitté. Le plus simple pour cela c'est d'arrêter et démarrer la monture par des opérations de PARK et UNPARK dans la même configuration (Home par exemple). Entre un arrêt et un redémarrage sous EQMOD, on peut utiliser la monture sans EQMOD à condition de respecter la même condition, à savoir que la monture soit remise dans sa configuration de départ avec la vis sans fin dans la même position.

Le fait de débrayer et de déplacer la monture débrayée ne pose pas de problème en soi pour la PEC, car pendant ces déplacements la vis sans fin et les moteurs pas-à-pas ne bougent pas. Cependant, cela modifie la relation entre valeurs codeurs et coordonnées angulaires et rend caduques toutes les données d'alignement.

4.19.5 Conseils pour l'enregistrement

- Faire un alignement polaire le plus précis possible
- S'il y a encore de la dérive en A.D. essayer de la diminuer avec le curseur de compensation de dérive du 3ème volet (sous la configuration du joystick). Chaque incrément/décrément du curseur équivaut à un changement de vitesse d'environ 1/625 de la vitesse sidérale.
- L'enregistrement peut être réalisé dès le crépuscule sur une étoile brillante.
- Capturer plusieurs cycles de vis sans fin, au moins 3 (fois 8 minutes pour l'AZ-EQ6)

4.19.6 PECPREP

PECPREP est une application fournie avec EQMOD qui permet une analyse fine de l'erreur périodique et qui permet également de générer des fichiers de corrections PEC utilisables avec EQMOD. On peut la télécharger ici : <https://sourceforge.net/projects/eq-mod/files/PECPREP/>

Deux différentes approches sont utilisables suivant l'origine de la capture de l'erreur périodique.

4.19.6.1 Première approche : fichier AUTOPEC

La plus simple consiste à utiliser les fichiers de capture `pecapture_mmddyyyyhhmmss.txt` générés par AUTOPEC (enregistrement standard effectué par EQMOD). Ce fichier est chargé dans PECPREP par le menu Fichier > Charge > PERecorder (AD). Si l'emplacement du répertoire des captures PE n'a pas été modifié par l'utilisateur, il se trouve dans un répertoire dont le chemin ressemble à ceci :

`C:\Users\nom_utilisateur\AppData\Local\VirtualStore\Program Files (x86)\EQMOD\PEC`

Les données de ce fichier sont conformes au format PERecorder qui est une ancienne application développée par EQMOD, qui n'est plus utilisée sauf peut-être par des possesseurs de webcams et de PC tournant sous d'anciens windows.

4.19.6.2 Deuxième approche : Fichier journal tiers

PECPREP peut importer des fichiers journaux ou des fichiers d'erreurs générés par K3CCDTools, PHD Guiding, MaximDL, Guidemaster, AstroArt, CDCSoft et Metaguide, qui correspondent à une

session de suivi d'une étoile en mode sidéral **sans** l'envoi ou l'utilisation des ordres de guidage.

Pour pouvoir utiliser le résultat ultérieur dans EQMOD (le synchroniser) **il faut avoir utilisé le bouton d'horodatage d'EQMOD lors de la session d'enregistrement**. Il produit l'association d'une heure avec une position de moteur spécifique, ce qui permettra à PECPrep de calculer une position de moteur pour chaque entrée du journal.

Exemple avec PHD :

1) L'enregistrement se fait généralement dans le répertoire C:\users\nom_utilisateur\Documents\PHD2, et a un nom du style : PHD2_DebugLog_2020-07-24_235059.txt. Mais lorsqu'un journal existe déjà pour la même date, PHD ne crée pas de nouveau fichier, il fait des ajouts dans le fichier existant. Afin éviter des confusions dans les données du journal PHD utilisé, il vaut mieux supprimer, déplacer ou renommer tout fichier journal PHD existant pour la date actuelle avant de faire l'enregistrement que l'on désire utiliser pour l'analyse de l'E.P. Si on est habitué des fichiers log PHD, on peut éditer un fichier qui contient d'autres informations pour ne conserver que le paragraphe qui concerne l'enregistrement de l'erreur périodique.

2) Ensuite, il faut s'assurer de la désactivation du guidage, soit dans PHD (case disable guide output cochée), soit dans EQMOD en décochant les cases d'activation du guidage par impulsions (si c'est ce mode qui est utilisé).

3) Il faut définir dans les paramètres de l'onglet guidage de PHD une zone de recherche la plus grande possible car les défauts de mise en station entraînent une grande dérive de l'étoile cible. Puis on lance le guidage (sans envoi des ordres de guidage).

4) Pendant le guidage, on appuiera au moins une fois sur le bouton [TimeStamp] du volet PEC dans EQMOD. À la fin de la session EQMOD écrit dans le fichier %appdata%/eqmod/EQMOD.ini les informations suivantes (par exemple) :

```
[pec]
STAR_RA=14,4421082561464
STAR_DEC=-0,4423828125
SYNCTIME=11/05/2021 19:00:29
SYNCPOS=8382469
```

Elles concernent la direction visée, l'instant de l'horodatage et la valeur des codeurs à cet instant. Ces informations seront utilisées conjointement avec le fichier log PHD. Je conseille de recopier ce fichier quelque part, par exemple avec une copie du fichier log de PHD, afin d'avoir un lot de données cohérent que l'on pourra exploiter à nouveau ultérieurement.

Le fichier log PHD sera chargé dans PECPrep par le menu Fichier > Charge > PHD. Ce menu ouvre une fenêtre de dialogue où on choisira "Erreur AD" dans la liste "Données à charger". On fournira des détails sur la distance focale, la taille des pixels, la déclinaison et le binning afin que PECPrep puisse correctement convertir les données du journal en déplacements en arcsecondes, et on cocherà l'option "Apply EQMOD Timestamp" pour permettre la synchronisation du fichier PEC qui sera généré. Après un clic sur le bouton Ok, un navigateur de fichier s'ouvre dans lequel on sélectionne le fichier journal PHD (voir sa localisation à l'étape 1). Ensuite deux cas se présentent

- Si le fichier %appdata%/eqmod/EQMOD.ini est présent sur le pc, il est lu automatiquement, et s'il contient les 4 lignes précédentes, elles sont utilisées, ce qui intéressant si on vient juste d'enregistrer le fichier log PHD, mais ce qui pose un problème si c'est un fichier EQMOD.ini récent et qu'on exploite un log PHD EQMOD.ini.
- Si le fichier %appdata%/eqmod/EQMOD.ini est absent où s'il ne contient pas les 4 lignes précédentes, le navigateur de fichier qui a permis de sélectionner le fichier log PHD reste ouvert et attend la sélection d'un fichier EQMOD.ini (qui peut avoir un autre nom).

Ensuite, si PECPREP affiche ce message d'erreur :

```
TimeStamp Error: Elapsed time too large - Maunal synch required
LogStart = 2021-05-11 18:58:09
TimeStamp = 2021-11-05 19:00:29
Elapsed = 15379339
SyncPos = 8382469
MotorPos = -1635505123.48434
```

il faut inverser l'ordre jour(11) et mois (05=mai) comme ceci dans le champ date de la ligne SYNCTIME du paragraphe [pec] de EQMOD.ini :

```
[pec]
STAR_RA=14,4421082561464
STAR_DEC=-0,4423828125
SYNCTIME=05/11/2021 19:00:29
SYNCPOS=8382469
```

afin que les deux versions de logiciels utilisent la même convention.

4.19.6.3 Traitement dans PECPREP

Le traitement est le même pour les deux approches. PECPREP présente graphiquement les données brutes en gris, les données brutes avec tendance supprimée sont affichées en bleu et une courbe lissée en rouge.

La trace verte est le bruit calculé, différence entre données brutes moins données lissées. Ajuster les curseurs des filtres FFT jusqu'à ce que la courbe lissée rouge s'ajuste bien à la bleue avec un bruit en verte bien aléatoire.

Le cadre statistique montre les valeurs Peak, Average et RMS de la courbe PE ainsi que le niveau de bruit moyen.

Les valeurs Max Delta + et Max Delta- représentent les variations maximales positives et négatives entre deux échantillons successifs.

Le cadre d'analyse de fréquence répertorie les périodes des 10 signaux les plus importants qui contribuent à la courbe PE.

La valeur des périodes est assez imprécise à cause de la résolution de la transformée de Fourier discrète utilisée.

Dans le cadre FFT Smoothing sur le bouton Filtre automatique donnera une «meilleure estimation» des filtres les plus appropriés pour les données.

Pour créer une courbe PEC, cliquer sur l'onglet PEC.

Dans la nouvelle fenêtre, le graphique en bas à gauche montre les données PE pour chaque cycle de vis sans fin capturé superposées les unes sur les autres. De cette façon, on peut facilement repérer les cycles qui ne sont pas «typiques» dans leur réponse. La moyenne des cycles individuels donne la courbe PEC montrée à droite. Chaque cycle reçoit une pondération dans ce calcul et en ajustant les curseurs, on peut modifier l'influence relative de chaque cycle dans la génération de la courbe PEC finale. Pour supprimer complètement un cycle, décocher la case associée. De cette façon, on peut supprimer les cycles qui semblent atypiques.

Le graphique d'erreur résiduelle montre le signal qui restera en soustrayant la courbe PEC de la courbe PE lissée. Les curseurs sur le côté des graphiques permettent de zoomer l'échelle verticale du graphique.

Régler les curseurs pour obtenir la réponse d'erreur résiduelle la plus plate possible, puis enregistrer le fichier PEC via le menu Fichier («_EQMOD» est ajouté automatiquement en fin du nom du fichier).

Si vous souhaitez revenir ultérieurement sur ces données, vous pouvez charger ce fichier XXX_EQMOD directement sans avoir à recommencer le processus de conversion.

4.20 PPEC : Permanent PEC

Sur l'AZ-EQ6 la carte contrôleur du moteur A.D. peut enregistrer de manière **Permanente** la Correction de l'Erreur **Périodique**. Cet enregistrement appelé PPEC peut être effectué depuis EQMOD et activé ensuite par EQMOD ou utilisé sur le terrain sans ordinateur, en l'activant avec la raquette.

La procédure qui suit est tiré de ces fils de discussion :

<https://www.cloudynights.com/topic/631100-a-well-averaged-smoothed-ppec-curve-with-eq6-r-pro/>
<https://www.cloudynights.com/topic/670930-combining-eqmod-with-synscan-ppec-and-phd2-predictive-pec/>

1. Utilisez AutoPEC dans EQASCOM pour enregistrer une courbe d'E.P. (5 cycles de vis sans fin soit environ 45 minutes et plus si possible). Rappel : On accède au cadre "Autopec" du dialogue "PEC Setup" depuis le 4ème aspect (PEC) du 1er volet de la fenêtre EQMOD à l'aide de 3 appuis sur le bouton , puis dans ce panneau à l'aide du bouton clé plate .

2. Passer en mode Vitesse de suivi : Sidéral + PEC". Normalement ce passage est automatique après l'enregistrement de la courbe AutoPEC si la case "Auto Apply PEC" était cochée dans le cadre "AutoPEC". Vérifier qu'au-dessus, dans le cadre "Playback" le curseur "Gain" est sur 1.

3. Cliquer sur le bouton "record PPEC" du cadre "Development Testing Area" à l'extrême droite de la fenêtre EQMOD (il n'existe pas avec la monture simulée). Pour faire apparaître ce cadre cliquer

sur le bouton 

4. Vous remarquerez que **le voyant de la monture produit un clignotement simple** qui signifie qu'elle attend qu'un index de la vis sans fin atteigne un point où elle peut se synchroniser sur l'AutoPEC. Dans le pire des cas cela peut durer un cycle de vis sans fin).

5. Quand l'index est trouvé, *l'enregistrement* dans la carte de commande du moteur *commence*. *Pendant cet enregistrement la led produit une série de doubles flash*. Une fois l'*enregistrement terminé la led revient à l'état allumé fixe*. La PPEC n'enregistre qu'un cycle de vis sans fin.

6. Pour exécuter la PPEC que l'on vient d'enregistrée sur la monture, cliquer sur "Enable PPEC". Le voyant LED de la monture émet des séries de 3 clignotements indiquant qu'elle utilise son PPEC enregistré. Vous pouvez cliquer sur le bouton "Refresh" à droite de "Enable PPEC" qui indiquera que la monture utilise PPEC .

A chaque fois qu'on démarre EQASCOM, il faut cocher "Enable PPEC" pour activer son application. "Refresh" indique alors qu'on utilise PPEC.

Remarques :

- L'enregistrement de la PPEC (étape 4) peut être effectué n'importe quand, à condition d'avoir chargé dans EQMOD une courbe PEC. Il suffit de la mettre en œuvre en activant le mode "Vitesse de suivi : Sidéral + PEC" et démarrer ensuite le processus à l'étape 3.
- Comme PPEC n'enregistre qu'un cycle, il est conseillé de faire une bonne courbe moyennée des captures faites par AutoPEC à l'aide de PECPREP avant de l'enregistrer en PPEC.
- Quand on utilise la PPEC (Enable PPEC), il est bon de ne pas charger de courbe PEC dans EQMOD ou d'effacer celle qui est chargée, pour qu'il n'y ait pas deux corrections qui s'ajoutent. Pour éviter tout problème, quand "Enable PPEC" est activé, on vérifiera que "Vitesse de suivi" est sur "Sidéral" et non pas sur "Sidéral + PEC".
- Avant de faire une photo attendre quelques minutes la mise en œuvre effective de la correction qui nécessite la synchronisation de la position de l'index de la vis sans fin avec l'enregistrement.

4.21 Procédure d'enregistrement PEC et PPEC de Phillip Romford

1. Tout d'abord, minimisez le jeu de la monture.

2. Réglez le taux guidage Eqmod sur 0,6 (dans mon cas). Ceci sera automatiquement détecté par PHD2.

3. Dans PHD2, réglez l'agressivité RA à environ 75. Agressivité DEC à environ 80. MinMo à 0,16. Hystérésis à 10. Vous devrez peut-être expérimenter ces paramètres pour obtenir les performances RA/DEC les plus fluides. Vous verrez cela graphiquement.

4. Réglez le temps d'exposition sur 2 ou 2,5 secondes.

4. Calibrez PHD2. Choisissez une étoile proche du méridien et de l'équateur céleste.

5. Assurez-vous d'avoir un bon alignement polaire.

6. Dans PHD2, démarrez la boucle, sélectionnez automatiquement l'étoile guide et commencez à guider.

7. Dans EQMOD, cliquez sur le bouton vert + en haut à gauche jusqu'à ce que vous voyiez l'écran PEC.
8. Cliquez sur le bouton clé et définissez le taux sur x1.0. Réglez les cycles de nombres sur au moins 5. (j'ai fait 9). Le plus sera le mieux.
9. Laissez la vis sans fin fonctionner pendant un cycle complet pour permettre la stabilisation. Cela prend environ 16 minutes pour l'EQ6-R Pro.
10. Si tout apparaît bien dans PHD2, cliquez sur le bouton d'enregistrement dans EQMOD. Le graphique inférieur montre la progression des cycles PEC et le nombre d'étapes enregistrées et le total à atteindre.
11. Asseyez-vous confortablement avec du café et des biscuits pendant environ 80 minutes.
12. Une fois terminé, la courbe PEC apparaîtra dans le graphique supérieur. PEC est maintenant appliqué et en cours d'exécution. Vous verrez une ligne rouge verticale suivant la courbe.
Enregistrez la nouvelle courbe dans c://Program Files/EQMOD/PEC/(en lui donnant un nouveau nom, vous le définissez dans la boîte à outils PEC)
13. Si la courbe semble être lisse, enregistrez ensuite PPEC sur la monture. Si la courbe est grossière, vous pouvez la lisser dans PECPREP.
14. En supposant que vous ayez maintenant une courbe PEC décente, ouvrez le panneau de configuration EQMOD.
15. Panneau de commande. En haut à droite, dans la zone de développement, vous devriez voir des cases à cocher pour PPEC. Cochez maintenant la case Enregistrer PPEC. Cliquez sur le bouton Actualiser, vous devriez voir 'PPEC In Training'.
16. Dans EQMOD, le graphique de la courbe PEC supérieure affichera désormais 2 lignes verticales. La nouvelle ligne correspond au suivi des données PPEC lors de leur enregistrement sur la monture.
17. Pendant l'enregistrement de la PPEC sur la monture, la LED de la monture clignotera deux fois et se répétera jusqu'à ce que l'enregistrement soit terminé. Soyez patient car la monture doit « rattraper » la courbe ; cela peut prendre tout un cycle de vis-sans-fin pour obtenir la synchronisation, c'est à ce moment que la LED commence à doubler les impulsions.
18. Cliquez à nouveau sur le bouton d'actualisation, vous devriez toujours voir 'PPEC In Training'. Il faut un cycle de vis sans fin complet pour enregistrer la PPEC.
19. Une fois terminé, la LED de la monture clignotera trois fois et se répétera, indiquant que l'enregistrement est réussi.
20. Décochez 'Record PPEC', cochez 'Run PPEC'. La monture continuera à clignoter trois fois, indiquant que PPEC est en cours d'exécution.

Lors de l'ouverture d'une nouvelle session. NE PAS exécuter PEC dans EQMOD (cela afficherait

'Sideral+PEC', nous ne voulons pas de cela. Le montage n'exécute pas automatiquement son enregistrement PPEC au démarrage. Ouvrez le panneau de configuration et cochez la case 'Run PPEC'. La LED de la monture va maintenant clignoter trois fois (cela peut prendre un peu de temps pour rattraper son retard). Si vous affichez maintenant l'écran PEC dans EQMOD, vous verrez la courbe PEC avec la ligne rouge verticale suivant la courbe. Le suivi affiche « Sidereal », la monture exécute le PPEC. Tout va bien maintenant.

4.22 Module GPS : A FAIRE

4.23 Mise en oeuvre d'EQMOD

La mise en œuvre de la conduite de la monture avec EQMOD se fait généralement via le biais de logiciels de planétarium tels que Cartes du Ciel ou Stellarium.

Avant de procéder au lancement du logiciel du planétarium (qui lancera EQMOD) il faut procéder à la ***mise en station*** de la monture. Cette mise en station consiste à aligner au mieux l'axe polaire de la monture (aussi appelé axe horaire ou axe d'ascension droite) avec l'axe de rotation de la Terre., c'est pour cela qu'on nomme également cette mise en station ***l'alignement polaire***. Dans un premier temps on met le plateau du trépied bien horizontal, et (dans l'hémisphère Nord) on oriente l'axe polaire en azimut dans le plan du méridien vers le Nord, et en site (ou hauteur) à la valeur de la latitude. Dans l'hémisphère Nord cette direction fait un angle d'environ 40 arc-minutes avec la direction de l'étoile polaire. Pour faire un alignement polaire précis, on peut utiliser (si la monture en est équipé) le viseur polaire de la monture et positionner l'étoile polaire à ses coordonnées horaires dans le champ du viseur (en n'oubliant pas que le viseur polaire inverse la vision du ciel), ou utiliser une caméra rigidement liée au corps de la monture et pointant grossièrement vers le pôle céleste, couplée à un logiciel d'astrométrie spécialisé pour l'alignement polaire, comme Polemaster ou SharpCap (option "polar align").

Lorsque la mise en station est effectuée, on oriente manuellement le tube en position "Home". En position "Home" standard le télescope pointe en général vers le pôle céleste, puis on met la monture sous-tension et on demande la connexion du télescope au logiciel de planétarium utilisé 5CdC ou Stellarium par exemple).

Des erreurs initiales grossières sont faciles à corriger car facilement détectables :

- le logiciel de planétarium n'est pas à la bonne date,
- le logiciel de planétarium et EQMOD n'ont pas les mêmes coordonnées pour la station
- ...

mais de nombreuses imperfections difficiles à corriger seront la source d'écart entre les pointages désirés et les pointages réalisés :

- les axes horaires et de déclinaison ne sont pas parfaitement orthogonaux (erreur de conicité),
- le pointage initial n'était pas rigoureux (erreur de zéro en angle horaire et déclinaison)
- les gains axes de rotation ne sont pas rigoureusement égaux à 1 (erreur de linéarité et de

facteur d'échelle)

- ...

Pour obtenir des goto précis malgré ces imperfections on procède à des opérations nommées "synchronisations" ou "alignement stellaires" qui consistent à commander un goto sur une étoile brillante (pointage généralement imprécis), puis à aligner rigoureusement le télescope sur l'étoile à l'aide des commandes manuelles d'EQMOD (boutons N, S, E, W ou gamepad avec une vitesse adéquate 4 quand on est loin, puis 3, puis 2). Lorsque l'étoile est bien centré, on l'indique au logiciel de planétarium (via un bouton ou un item d'un menu). Cette étape est nommée synchronisation ou alignement stellaire. Ainsi EQMOD va enregistrer l'écart entre la position visée et la position atteinte, pour la direction **localement** visée. Dans le cas où le comportement "Point proche" est sélectionné, si on commande un goto sur un objet peu visible proche de cette étoile, les écarts d'angles horaire et de déclinaison enregistrés pour l'étoile brillante seront utilisés pour corriger le goto vers l'objet peu visible. Les synchronisations ne servent pas à estimer les erreurs de gains, d'offsets, de conicité, etc... mais à faire une compensation globale qui est d'autant meilleure qu'on est proche de la direction locale utilisée pour la synchronisation.

Pour une monture située sur un socle permanent, on a intérêt à quadriller tout le ciel local d'alignements et à enregistrer ces alignements pour les réutiliser les jours suivants. Dans ce cas on aura intérêt à utiliser le comportement "3-Points + Point Proche".

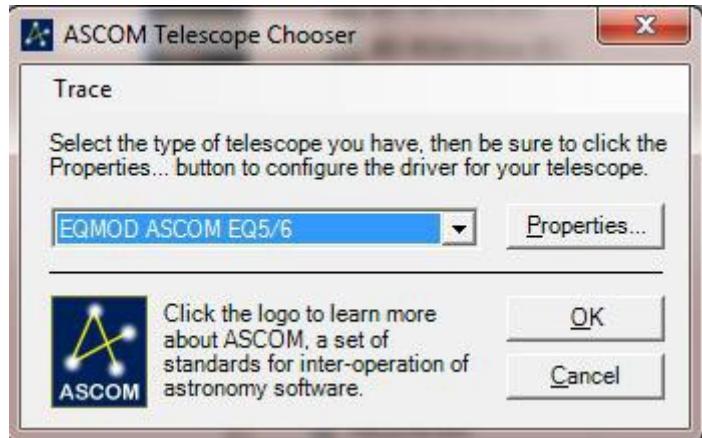
Pour une monture nomade, pour laquelle on recommence à chaque fois la mise en station, on a plutôt intérêt, avant tout goto vers une cible peu visible, d'effacer tous les alignements préalablement faits, et d'en refaire un sur une étoile brillante près de la cible en utilisant le comportement "Point proche". Si on a la chance que l'objet peu visible soit à l'intérieur d'un triangle de trois étoiles brillantes situées du même côté du méridien, on pourra faire les synchronisations sur ces 3 étoiles et utiliser ensuite le comportement "3-Points + Point Proche" avant le goto vers la cible peu visible.

4.23.1 Mise en œuvre avec Cartes du Ciel

Dans ce qui suit CdC signifie Cartes du Ciel.

La commande de la monture avec Cartes du Ciel, via EQMOD, est particulièrement simple. Les Goto sont faciles : Cliquer sur une étoile, puis cliquer sur le bouton Goto. Il y a aussi un bouton pour l'opération SYNC.

Pour connecter Cartes du Ciel à la monture elle doit être sous tension en position HOME. Cliquer sur le bouton "Connecter le télescope" ou passer par le menu Télescope/Connecte le télescope... Une fenêtre de dialogue "Interface de Télescope.." s'ouvre. La première fois, on clique sur le bouton "Choix" qui va ouvrir le dialogue "ASCOM Telescope Chooser".



Choisir sa liaison dans la liste déroulante (EQMOD ASCOM HEQ5/6 dans mon cas pour une AZ-EQ6 avec câble EQDirect-USB). Si on clique sur "Properties" la fenêtre "réglages_ASCOM" déjà vu en 4.1 va être appelée. Faire OK pour revenir au dialogue "Interface de Télescope..". Là le bouton Configurer permet encore d'accéder à la fenêtre "réglages_ASCOM"... Cliquer en bas sur le bouton "Connecter". Le bouton carré rouge entre les boutons "Connecter" et "Déconnecter" doit devenir vert. Iconiser cette fenêtre, ou cliquer sur "Masquer", mais dans ce cas pour la rappeler pour déconnecter le télescope, il faudra repasser par le menu Télescope/Connecte le télescope..

Vérifier que le lieu d'observation indiqué dans réglages_ASCOM est le même que celui indiqué dans le menu CdC/Configuration/observatoire...

Cliquer sur UNPARK dans la fenêtre EQMOD (si on ne la voit pas, c'est qu'elle est cachée derrière une autre ou iconisée).

Dans Cartes du Ciel, cliquer sur l'étoile proche Polaire puis sur le menu Télescope/Goto (ou le bouton Goto : petit télescope visant des étoiles). La monture doit bouger essentiellement en AD, de moins d'un demi-tour. Dans la fenêtre EQMOD cliquer sur "Park sur Position HOME". Puis lorsque c'est fait cliquer sur "Déconnecter" dans la fenêtre "Interface de Télescope.." (menu Telescope/Connecte le télescope... si elle est absente). Mettre la monture hors-tension. On peut arrêter Cartes du Ciel.

4.23.2 Mise en œuvre avec Stellarium

A mon avis très personnel l'interface graphique de Stellarium est plus esthétique que celle de Cartes du Ciel, mais Cartes du Ciel semble plus facile à utiliser pour piloter la monture.

Pour les versions antérieures à 0.19.3. la mise en œuvre nécessite l'installation d'un application supplémentaire nommée StellariumScope que l'on télécharge ici :

<http://www.welshdragoncomputing.ca/> (voir l'item "Astronomy").

Une fois lancée l'application StellariumScope, dans le cadre "ASCOM Scope driver", choisir la monture avec le bouton "Select Mount" qui active le dialogue "ASCOM Telescope Chooser", le même que présenté ci-dessus avec Cartes du Ciel, puis cocher la case "Connect" ce qui fait apparaître la fenêtre EQMOD avec la monture "PARKEE" (à condition qu'elle soit branchée et sous tension).

Les cadres "Port Numbers" et "Primary Keys" montrent les touches à utiliser dans Stellarium pour :

- faire un Goto : CTRL+1
- faire un SYNC : CTRL+3
- Stopper un Goto : CTRL+5

On peut modifier ces valeurs, mais il faut tout redémarrer. je ne le conseille pas.

Personnellement je coche JNOW.

Appuyer sur le bouton "Start Stellarium".

Vérifier que le lieu d'observation est identique dans Stellarium et EQMOD.

UNPARK la monture dans EQMOD, sélectionner une étoile proche de la polaire dans Stellarium et faire CTRL+1 pour effectuer un Goto vers l'étoile sélectionnée : voir la liste des raccourcis clavier (Default Hotkeys) dans la documentation de Stellarium.

Taper le caractère point-virgule (";") pour faire apparaître le méridien.

Faire "Park sur Position Home" dans EQMOD. En faisant menu "Force Shutdown" dans Stellarium Scope on stoppe EQMOD. Mettre la monture hors-tension. On peut arrêter Stellarium.

Pour que Stellarium consomme moins de processeur, on peut modifier la fréquence de rafraîchissement des cartes. Éditer le fichier C:\Program Files\Stellarium\data\default_cfg.ini et dans la rubrique [video] modifier les valeurs attribuées à :

minimum_fps = 18
maximum_fps = 10000

Remplacer 18 par 4 et 10000 par 15, ce qui sera bien suffisant.

4.24 Stratégie de récupération de l'alignement de la monture

Adapté de :

http://welshdragoncomputing.ca/eqmod/doku.php?id=strategies_for_recovering_lost_alignments

Diverses raisons peuvent entraîner une perte d'alignement de la monture :

- une perte de puissance de la monture,
- un choc sur la monture avec l'embrayage insuffisamment serré,
- un crash informatique...

mais même dans ce dernier cas, si la monture est restée sous tension, on peut récupérer l'alignement de la monture. Pour cela :

1. Il faut qu'au moins 3 points d'alignement aient été préalablement enregistrés.
L'enregistrement de points d'alignement peut se faire en manuel ou en automatique lorsqu'on a coché la case "Sauvegarder Points Alignement lors de l'incrément de la liste" dans la zone d'édition des points d'alignement accessibles par le bouton "Edition" du cadre "Alignement/Sync" et que la liste "Interface" du cadre "Alignement/Sync" est positionnée sur "Incrémenter". Dans ce cas les synchronisations effectuées sont automatiquement enregistrées sur le disque dur.

2. Il faut également que la monture ait déjà été garée avec succès à un emplacement reproduisible avec précision. L'emplacement du parc recommandé pour ce processus est celui qui est horizontal mesuré avec un bon niveau numérique (c'est-à-dire que le télescope et la barre de poids sont tous deux horizontaux). Même si vous n'utilisez généralement pas cette position pour le stationnement régulier, vous devriez envisager de la définir pour ce processus de restauration facile et précis de l'alignement.
3. Il faut que la monture ait déjà été garée avec succès à un emplacement reproduit avec précision. L'emplacement du parc recommandé pour ce processus est celui qui est horizontal mesuré avec un bon niveau numérique (c'est-à-dire que le télescope et la barre de poids sont tous deux horizontaux). Même si vous n'utilisez généralement pas cette position pour le stationnement régulier, vous devriez envisager de la définir pour ce processus de restauration facile et précise de l'alignement.
4. Il faut que l'option «Unpark Mode» soit bien positionnée sur «Unpark» seulement

Procédure pour récupérer l'alignement à l'aide des alignements enregistrés :

1. Débrayez la monture et positionnez la approximativement à la position de parc horizontale que vous avez définie, puis fixez la dans cette position.
2. Redémarrez l'ordinateur
3. Redémarrer le planétarium / EQMOD etc. EQMOD se mettra à jour à partir de la position actuelle de la monture.
4. Unpark. Assurez-vous que la "Vitesse de Suivi" soit bien sur "Suivi Inactif" suivi. Appuyez sur le bouton "Stop" si ce n'est pas le cas.
5. En utilisant les commandes d'orientation d'EQMOD, nivelez précisément la monture à la position de parc horizontale que vous avez définie.
6. Cliquez sur le bouton [Resync Encoders] (la monture doit être "NON PARKEE" et "Suivi Inactif")



7. Commencer le suivi sidéral
8. Restaurer vos données d'alignement enregistrées.

Vous constaterez que cette méthode donne une précision remarquable avec un minimum de temps perdu. Faites une séance d'entraînement afin de pouvoir l'utiliser rapidement et facilement en cas de besoin.

5 Autoguidage

En premier lieu, il faut choisir entre les 2 méthodes de guidages proposées au niveau des paramètres

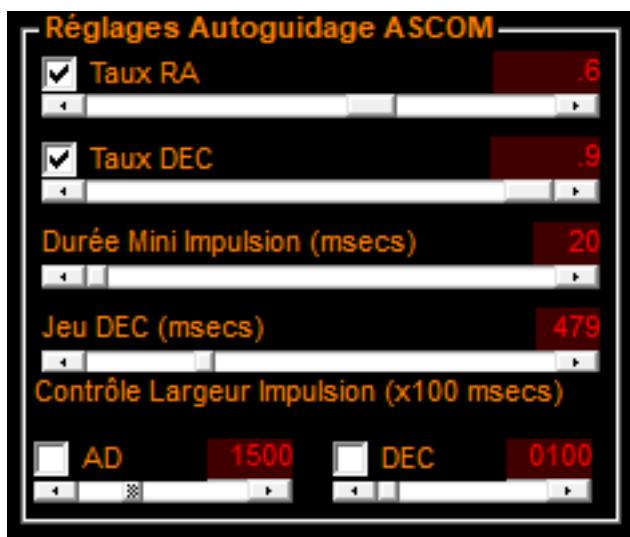
de base EQMOD (appelé par le script setup.vbs par exemple, voir paragraphe 4.1) : Le petit cadre "**Guiding**" situé au milieu de la fenêtre "Réglages ASCOM" offre les deux choix suivants :

1. ASCOM PulseGuiding
2. ST-4

5.1 Autoguidage ASCOM PulseGuiding

1. Mode **ASCOM PulseGuiding** : les ordres sont envoyés par le logiciel d'autoguidage (PHD2 par exemple) à EQMOD (communication interne au PC) qui les traite et commande la monture traditionnellement par son câble de pilotage. Une commande de guidage pulseguiding est un couple : durée de la commande en millisecondes et sens de la commande (N ou S en DEC, et E ou W en A.D.). En l'absence de la durée de la commande, l'axe va à la vitesse nominale (stellaire, solaire, lunaire... en A.D.) et nulle en DEC.

Pendant la durée la vitesse est modifiée en fonction du Taux RA ou Taux DEC décrits ci-après dans le troisième volet de la **fenêtre de commande** EQMOD accessible par le bouton . Ce volet offre 4 réglages (dans le cadre "Réglage Automatique ASCOM") :



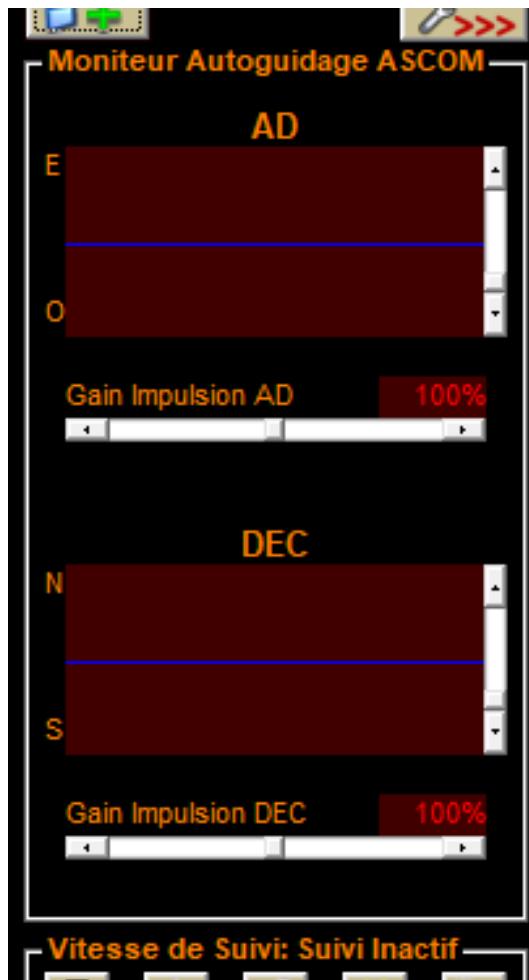
- Case à cocher **Taux RA** et curseur de réglage de .1 à .9 fois la vitesse sidérale (.6x à .9x recommandé). **La case doit être cochée pour que les commandes de guidage en A.D. soient transmises.**
- Case à cocher **Taux DEC** et curseur de réglage de .1 à .9 fois la vitesse sidérale (.6x à .9x recommandé). **La case doit être cochée pour que les commandes de guidage en DEC. soient transmises.**
- Curseur **Durée mini impulsions** réglable de 20 à 50 millisecondes. Les durées commandées plus courtes sont augmentées à cette valeur minimale.
- Curseur **Jeu DEC** (backlash) réglable de 0 à 2000 millisecondes. La première commande en Dec qui est de sens opposé aux précédentes voit sa durée augmentée de cette quantité pour lui donner le temps de parcourir la zone de jeu.

- Les deux derniers curseurs sont surmontés du label "**Contrôle Largeur Impulsion (x100 ms)**". Le (x100 ms) est inexact. Les valeurs affichées sont directement des millisecondes. Son label dans les versions antérieures "Pulse Width Duration Override", était plus significatif. Ces curseurs ne sont actifs que si leurs cases à cocher AD et/ou DEC sont cochées. Dans ce cas la durée de l'impulsion de commande envoyée sur l'axe considéré est remplacée par la durée fixée au moyen du curseur qui peut varier entre 100 ms et 5000 ms. Généralement ces 2 cases sont décochées afin que le logiciel d'autoguidage puisse effectuer sa régulation. ***Ces 2 curseurs sont absents sur la dernière version d'EQMOD.***

A titre d'exemple, si le taux RA vaut 0.6 et qu'une commande de durée 1200 ms est envoyée en RA, la vitesse en RA sera égale à 1.6 fois la vitesse nominale dans le cas W et 0.4 fois la vitesse nominale dans le cas E pendant les 1200 ms puis reprendra la valeur 1 fois la vitesse nominale après. La vitesse nominale est d'environ 15°/h en suivi sidéral.

Recommandations : La période d'envoi des commandes dépend de la durée des poses des prises de vue de guidage et d'un éventuel délai ajouté (dans le cas de PHDGuiding). Pour ne pas se battre contre la turbulence, une durée totale de 2 à 3 secondes semble une bonne valeur. Avec cette durée d'environ 2.5 seconde un Taux RA de 0.5 à 0.8 semble approprié (Chris Shillito préconise des valeurs plus faibles). Pour le Taux DEC on peut prendre 0.2 à 0.4 car il faut éviter autant que faire se peut le changement de signe des corrections en DEC pour éviter de tomber dans le jeu des engrenages. Si malgré cela, l'erreur en DEC change de sens, on peut (dans les réglages PHD2) augmenter le Déplacement minimal (Min mo) de l'étoile, coté DEC, déclenchant une commande corrective afin de ne pas réagir trop tôt à la turbulence.

Le moniteur d'autoguidage ASCOM (4ème aspect du 1er volet de la fenêtre EQMOD) permet de visualiser les commandes d'autoguidage PulseGuiding reçues par EQMOD.



L'ordonnée des signaux affichés est la durée des impulsions de commande d'autoguidage et l'abscisse augmente d'un incrément à chaque commande reçue. Si une "impulsion" de +1000 ms est commandée en A.D. vers l'Est, le tracé va monter d'une certaine hauteur et rester à ce point jusqu'à la réception d'une nouvelle commande en A.D. Si la commande suivante est également une impulsion de +1000 ms en A.D. vers l'Est, un petit trait horizontal sera tracé à partir du point précédent.

Les curseurs "**Gain**" **horizontaux** permettent de modifier les commandes d'autoguidage effectivement envoyées à la monture en modifiant leur durée de 0% à 200%. En autoguidage normal, ils sont pratiques pour régler les gains de algorithmes d'autoguidage car leur accès est aisément et leur effet est immédiat.

Remarque : Il est important de laisser ces valeurs sur 100% pendant les phases de calibration de PHDG Guiding car de faibles valeurs peuvent poser un problème : *mouvement étoile guide insuffisant*. Si cela se produit malgré tout, on peut augmenter pendant la phase de calibration les Taux RA et DEC vus plus haut, mais également la durée du "*Pas de calibration*" qui se trouve dans le cadre Calibration de l'onglet Guidage du dialogue Configuration avancée (le cerveau) de PHDG Guiding. A priori c'est ce paramètre (la durée de la commande) qui est insuffisante quand il le mouvement de l'étoile est insuffisant.

Les curseurs verticaux à droite des 2 graphiques permettent de modifier l'amplitude des signaux

affichés (sans effet sur les signaux envoyés)

Si le tracé est d'un seul coté de l'axe horizontal c'est signe d'une dérive. S'il oscille à une fréquence élevée, c'est signe d'une sur-correction.

5.2 Autoguidage mode ST-4

Dans ce cas mode EQMOD n'intervient pratiquement pas. Les ordres sont envoyés par le logiciel de guidage (PHD2 par exemple) à la caméra qui les transfère directement par le câble ST-4 à la monture. Comme la raquette Synscan EQMOD offre seulement le choix des taux des vitesses des déplacements correctifs (toujours au niveau du troisième volet de la fenêtre EQMOD accessible par le bouton ).



Les choix de ces taux se trouvent dans le cadre "**Vitesse du Port d'Autoguidage**" :

- **Taux RA** : choix entre 0.25x, 0.50x, 0.75x, 1.00x, External
- **Taux DEC** : choix entre 0.25x, 0.50x, 0.75x, 1.00x, External

5.3 Autoguidage et PEC

La PEC (correction de l'erreur périodique) d'EQMOD peut être utilisée pendant le guidage en mode PulseGuiding. Son utilisation serait même conseillée. Les deux systèmes ont été conçus pour travailler correctement ensemble.

Il semblerait que la PEC d'EQMOD soit également utilisable pendant un guidage en mode ST4, mais les concepteurs d'EQMOD conseillent de privilégier le mode PulseGuiding dans ce cas, car il prend mieux en compte la correction apportée par la PEC.

6 Points importants

6.1 Débrayage et Alignement

Le fait de débrayer la monture fait perdre la précision de la relation entre valeurs codeurs et la direction pointée. Les données d'alignement deviennent alors caduques. Les données d'alignement restent valables, même entre plusieurs sessions avec mise en et hors tension successives de la monture, tant que les axes ne sont pas débrayés.

6.2 Parcage et PEC

Le fait de débrayer la monture ne fait pas perdre le phasage des données de PEC car le phasage de la liaison vis-sans-fin avec les valeurs codeurs n'est pas rompu. Mais pour que la valeur de ce phasage reste valide sous EQMOD, il faut qu'EQMOD retrouve au démarrage une valeur connue. Pour cela il est impératif de faire le PARK avec EQMOD avant la mise hors-tension puis UNPARK avec EQMOD lors de la mise en-tension suivante, et ne pas avoir fait une commande des moteurs avec un autre système entre les deux.

7 Annexes

7.1 Fichiers du répertoire %APPDATA%\EQMOD

%APPDATA% est une variable d'environnement windows qui correspond généralement au répertoire C:\Users\nom_utilisateur\AppData\Roaming.

7.1.1 Le fichier Mountparams.txt

Le fichier Mountparams.txt est modifié à chaque connexion à la monture, à partir des informations recueillies sur celle-ci. Exemple pour mon AZ-EQ6 :

```
0,10000:330498
1,10000:330498
0,10001:9216000
1,10001:9216000
0,10002:53694
1,10002:53694
0,10003:32
1,10003:32
0,10004:502
1,10004:16064
0,10005:502
1,10005:16064
0,10006:51200
1,10006:51200
0,10007:0
1,10007:0
```

- la valeur aux index 10001 (0 et 1) = 9216000 indique le nombre de micro-pas /tour des deux moteurs pas-à-pas en AD et DEC (dans le cas du télescope simulé la valeur est de 9024000).

- la valeur aux index 10006 (0 et 1) = 51200 indique le nombre de micro-pas par tour de la vis sans

fin (valeur précédente divisée par les 180 dents des couronnes.

- la valeur aux index 10002 (0 et 1) = 53694 indique le facteur utilisé pour déterminer le taux (502) affiché aux l'index 10004 (0) et 1005 (0). Ce taux est calculé comme ceci : $502 = 86164.0905 * 53694 / 9216000$ où 86164.0905 est le nombre de secondes dans un jour sidéral.

- la valeur aux index 10003 (0 et 1) semble être le rapport entre les valeurs des lignes 1 et 0 des index 10004 et 10005 : $32 = 16064/502$.

7.1.2 Le fichier de configuration Eqmod.ini

Nous avons vu au paragraphe 2.5 que lorsque EQMOD bugge sérieusement cela peut être corrigé en effaçant certains des fichiers EQMOD.ini, ALIGN.ini, JOYSTICK.ini... de ce répertoire. Ils sont reconstruits au démarrage suivant. Comme cela entraîne la perte de nos réglages on a intérêt à les renommer ce qui permet de conserver leur contenu pour le comparer à celui de fichiers qui seront recréés.

7.1.2.1 Les taux de vitesse prédéfinis

Il y a un certain nombre de taux de vitesses prédéfinis pour les déplacements commandés en mode manuel (clic sur les boutons N, S, E, O ou pad souris, etc.. 4 par défaut. Ce nombre maximal ainsi que les taux de la vitesse associée à chacun des index peuvent être modifiés dans la fenêtre du dialogue "Réglages ASCOM" décrite en section 4.1 ou bien dans la rubrique "slewrates" du fichier %APPDATA%/EQMOD/EQMOD.ini. Exemple de contenu de la rubrique "slewrates" de ce fichier :

```
[slewrates]
InitialPreset=1
rate_5=800
rate_4=400
rate_3=64
rate_2=2
rate_1=1
COUNT=5
```

La valeur par défaut de COUNT est 4, son maximum est 10. Les valeurs associées aux index dénotés **rate_#** avec # variant de 1 à COUNT vont de 1 à 8000 fois la vitesse sidérale. L'index est choisi au moyen du sélecteur situé dans le premier volet de la fenêtre EQMOD à droite des la raquette N-S-E-O.

Comme on n'utilise que 4 boutons au niveau du gamepad, des variables spéciales sont utilisées pour définir à quel index ils sont affectés. Exemple :

```
[slewrates]
ratebtn_4=5
ratebtn_3=4
ratebtn_2=3
ratebtn_1=1
InitialPreset=1
```

```
rate_5=800
rate_4=400
rate_3=64
rate_2=2
rate_1=1
COUNT=5
```

Ici le bouton 4 (est **ratebtn_4**) est affecté à l'index 5 auquel correspond 800 fois la vitesse sidérale.

7.1.2.2 Taux des impulsions de guidage

Dans un message du groupe [Yahoo EQMOD](#), Chris Shillito explique les 2 lignes suivantes :

```
BAR01_3=3
BAR01_4=5
```

qui se trouvent dans la rubrique [default]. Ces deux identificateurs concernent le réglage des taux des impulsions de guidage qui seraient respectivement de 0.3 fois la vitesse sidérale en A.D. (ascension droite) et de 0,5 fois la vitesse sidérale en déclinaison.

7.1.2.3 Résolution des compteurs des moteurs pas-à-pas

Toujours dans la rubrique [default], on trouve :

```
CUSTOM_DEC_STEPS_360 = 9024000
CUSTOM_RA_STEPS_360 = 9024000
```

soit 1 micro pas pour 0.144" de degré, alors que le mode d'emploi de la monture AZ-EQ6 signale qu'il y a 9216000 micro pas/tour soit 1 micro pas pour 0.140625" de degré. En fait, la bonne valeur pour la monture est lire dans le fichier Mountparams.txt.

Remarque : Le fichier %APPDATA%/EQMOD_SIM/**mountparams.txt** qui correspond à la monture simulée indique 9024000 micro pas/tour.

7.1.2.4 Étoile d'alignement polaire

Dans l'hémisphère Nord, la procédure se base sur l'étoile polaire (Polaris) ce qui correspond au nombre 0 affecté au paramètre PoleStarId dans la rubrique [default] :

```
PoleStarId = 0
```

Dans un mail de février 2020 Chris Shillito indique que dans l'hémisphère Sud on peut utiliser Chi, Tau ou Sigma Octans en donnant à PoleStarId les valeurs 1, 2 ou 3. De plus on pouvait utiliser une autre étoile en précisant PoleStarId = 4, puis en ajoutant deux nouvelles valeurs en degrés décimaux pour les paramètres POLE_STAR_J2000RA et POLE_STAR_J2000DEC dans la rubrique [default], mais il semble que cette possibilité n'existe plus.

Dans le cas de l'étoile polaire, la procédure est la suivante :

7.1.3 Le fichier de configuration Align.ini

Dans la rubrique [default], ce fichier contient les modes de chargement et enregistrement choisis lors de la dernière session et ensuite une rubrique par liste de données de corrections d'alignement sauvegardée qui est de cette forme :

```
[alignment_preset0]
Star5=08/02/2019 18:08:35;16,4038562774658;61,4675140380859;9922157;11359822;9922082;11359822;
Star4=08/02/2019 18:08:02;20,0310192108154;50,1563873291016;8554863;11643355;8554796;11643355;
Star3=08/02/2019 18:07:17;22,7063598632813;10,9291439056396;7544269;12626651;7544211;12626651;
Star2=08/02/2019 18:06:54;0,752093493938446;−10,5100841522217;6772628;13164061;6772590;13164061;
Star1=08/02/2019 18:05:48;2,39735698699951;−18,2747097015381;6147126;13358694;6147110;13358694;
STAR_COUNT=0
NAME=Empty_0
```

Pour chaque direction répertoriée, on trouve le numéro de la mesure (Star5 par exemple), la date, l'heure, l'ascension droite en heures décimales et la déclinaison en degrés décimaux de la position théorique fournie par la synchronisation, l'angle horaire en micro-pas, et la déclinaison en micro-pas théoriques fournis par la synchronisation, et finalement l'angle horaire en micro-pas et l'angle de déclinaison en micro-pas lus sur les moteurs. Voir la définition des valeurs en micro-pas en section 3.6.

La fenêtre d'édition de la liste des points d'alignement affiche les 4 mêmes premières valeurs : date, heure, AD (h) et DEC (°) fournies par la Sync. Ensuite la fenêtre n'affiche que les différences (valeur thé. Sync - Valeur Moteur) en micro-pas en AD et en DEC. L'offset est ainsi la valeur à ajouter aux moteurs pour obtenir les valeurs théoriques.

7.1.4 Le fichier de configuration Joystick.ini

Voici mon fichier :

```
[buttondefs]
MonitorMode=0
ToggleScreenSaver=0
ToggleLock=0
DeadMansHandle=0
GPsync=0
Rate4=0
Rate3=0
Rate2=0
Rate1=0
DecRatePreset=0
IncRatePreset=0
ReverseDec=0
ReverseRA=0
SouthWest=88036
SouthEast=79036
NorthWest=97036
NorthEast=70036
South=83536
North=65536
West=92536
East=74536
PolarScopeAlign=0
AlignEnd=0
AlignCancel=2
AcceptAlign=4
UnPark=0
ParkUser=0
ParkHome=0
DecRateDec=128
DecRateInc=32
RARateDec=64
RARateInc=16
EmergencyStop=1024
SpiralSearch=1
```

```

StartSolar=0
StartLunar=0
StartCustom=0
StartPEC=0
StartSidreal=512

[keydefs]
key_spiral=106
key_rateinc=107
key_ratedec=109
key_track=45
key_stop=101
key_southeast=34
key_southwest=35
key_northeast=33
key_northwest=36
key_east=39
key_west=37
key_south=40
key_north=38

[calibration]
id=-1
SwapXY=0
DualSpeed=0
POV_Enabled=1
JS_Enabled=1
Enabled=1
MaxR=65535
MinR=0
MaxZ=65535
MinZ=0
MaxY=65535
90RY=62258
75RY=57344
25RY=40960
25LY=24576
75LY=8192
90LY=3277
MinY=0
MaxX=65535
90RX=62258
75RX=57344
25RX=40960
25LX=24576
75LX=8192
90LX=3277
MinX=0
Debug1=0

```

7.2 Localisation des fichiers PEC

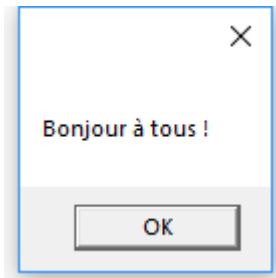
Les fichiers de capture de l'erreur périodique nommés `pecapture_mddyyhhmmss_EQMOD.txt` et de correction de cette erreur, nommés `pec_mddyyhhmmss_EQMOD.txt` sont, à l'origine, localisés dans le répertoire `%LOCALAPPDATA%\VirtualStore\Program Files (x86)\EQMOD\PEC`. La variable d'environnement `%LOCALAPPDATA%` correspond généralement au répertoire `C:\Users\nom_utilisateur\AppData\Local\`. L'utilisateur peut modifier cet emplacement, à l'aide du bouton disquette décrit page 60.

8 Scripts VisualBasic

La monture peut être commandée à l'aide de scripts en Visual Basic qui utilisent les fonctionnalités d'EQMOD (cf. section Erreur : source de la référence non trouvée). Un script en visual basic est un fichier texte d'instructions en langage Visual Basic, enregistré avec l'extension **.vbs**, qui est directement exécutable sous Windows. Par exemple le script constitué de la ligne unique suivante :

```
MsgBox ("Bonjour à tous !")
```

produit l'affichage sur l'écran du pc de la fenêtre suivante :



qui disparaît quand on clique sur OK.

8.1 Accès aux fonctionnalités EQMOD

Nous avons déjà vu deux scripts vbs très simples situés dans le répertoire **scripts** d'installation d'EQMOD, un pour démarrer EQMOD et l'autre pour l'arrêter. Mais on peut faire des scripts beaucoup plus complexes.

L'accès à de nombreuses fonctionnalités d'EQMOD peut se faire simplement par le biais des méthodes publiques de la classe Telescope dont le listing se trouve dans le fichier

Telescope.cls du répertoire **eqmod-ascom/ASCOMV5** des sources d'EQMOD téléchargeables par la commande du système de gestion de versions CVS suivante :

```
cvs -z3 -d:pserver:anonymous@a.cvs.sourceforge.net:/cvsroot/eq-mod co -P eqmod_ascom
```

Il suffit de créer dans un fichier script visual basic une instance de la classe Telescope d'EQMOD par l'instruction suivante :

```
set scope = CreateObject("EQMOD.Telescope")
```

Ici **scope** est le nom choisi pour désigner l'instance de la classe Telescope qui sera utilisé dans la suite du script pour accéder aux fonctionnalités offertes par EQMOD. On pourrait lui donner un autre nom.

EQMOD offre également l'accès à un deuxième télescope par l'instruction :

```
set scope = CreateObject("EQMOD_2.Telescope")
```

ou à un télescope simulé par l'instruction :

```
set scope = CreateObject("EQMOD_sim.Telescope")
```

Ces instructions fonctionnent dès qu'EQMOD est bien installé sur le pc. Il n'est pas nécessaire

qu'une monture soit connectée.

8.1.1 Accès à la fenêtre de paramétrage d'EQMOD

L'accès à la fenêtre de paramétrage d'EQMOD est offert par l'instruction :

scope.SetupDialog

8.1.2 Accès à la localisation

On accède à la longitude et latitude de l'observateur par :

longi_deg = scope.SiteLongitude

lati_deg = scope.SiteLatitude

Exemple : Affichage de la localisation :

```
msgbox("Long=" & scope.SiteLongitude & " Lat=" & scope.SiteLatitude )
```

8.2 Connexion à la monture - Persistance

La connexion à la monture (qui doit être sous tension quand ce n'est pas la monture simulée) se fait par l'instruction :

scope.Connected = true

Pour savoir, dans une portion de script, si la monture est connectée, on peut tester cette variable :

```
If scope.connected = true Then  
...  
End If
```

Toutefois, ce test n'est pas très fiable car la réponse peut-être **true** alors que le cordon EQDirect est débranché côté monture.

Dès la fin du script EQMOD arrête de gérer la monture et s'autodétruit sauf si on indique à EQMOD de continuer à gérer la monture par l'instruction suivante :

scope.IncClientCount

Dans ce cas **eqmod.exe** ne sera pas tué à la fin de l'exécution du script et la fenêtre EQMOD qui permet de gérer la monture persistera.

Au contraire, si on veut tuer **eqmod.exe**, quel que soit la manière dont il a été créé, il suffit d'exécuter l'instruction :

scope.StopClientCount

8.3 Commandes diverses

8.3.1 Version micrologiciel cartes contrôleurs monture

On accède à ce string par l'instruction suivante :

```
strVer = scope.commandstring(":MOUNTVER#")
```

8.3.2 Coordonnées pointées

On accède aux valeurs des compteurs des cartes contrôleurs des deux axes par les instructions suivantes :

```
AD = scope.ramotor  
DEC = scope.decmotor
```

8.3.3 Vitesses de Suivi

On accède aux vitesses de suivi actuellement mis en œuvre par la monture à l'aide des instructions :

```
vAD = scope.RightAscensionRate  
vDEC = scope.DeclinationRate
```

Ces vitesses sont exprimées en degrés par heure et sont relatives aux étoiles, c'est-à-dire qu'en suivi sidéral on a **vAD = vDEC = 0** et à l'arrêt on a **vDEC = 0** et **vAD = -15.041067°/h** qui est la vitesse sidérale de rotation de la Terre, comptée négative car pour EQMOD les vitesses AD sont comptées positives dans le sens horaire. En effet, si on clique sur un des boutons de suivi sidéral, lunaire, solaire ou stop et qu'on interroge ensuite ces variables on trouve :

- **vAD = 0, vDEC = 0** en suivi sidéral,
- **vAD = -0.529652°/h, vDEC = 0** en suivi lunaire,
- **vAD = -0.041067°/h, vDEC = 0** en suivi solaire,
- **vAD = -15.041067°/h, vDEC = 0** en stop.

Les valeurs de suivi personnalisé qui sont affichées dans les cartouches AD et DEC du cadre "Vitesse de Suivi" sont relatives à un repère fixe localement et non au repère lié aux étoiles. Elles ne sont modifiées que manuellement, en écrivant dans ces cartouches. Par défaut la vitesse en AD de *Suivi Personnalisé* est de 15.041067°/h ce qui correspond à un suivi sidéral.

Les vitesses de *Suivi* peuvent être modifiées à l'aide des variables **scope.RightAscensionRate** et **scope.DeclinationRate**, mais **attention** car elles ne modifient pas les valeurs des vitesses de suivi personnalisé des cartouches AD et DEC.

Il y a donc une ambiguïté. Quand on clique sur les bouton de suivi personnalisé du cadre *Suivi* : Personnalisée ce sont les valeurs dans les cartouches qui sont prises en compte et qui viennent écraser les valeurs des variables **scope.RightAscensionRate** et **scope.DeclinationRate**. Par contre, même si les valeurs des cartouches ne sont pas mises à jour, ce sont les valeurs transmises par ces 2 variables qui sont prises en compte par l'envoi d'un script de la commande de *Suivi Personnalisé* décrite en section 8.3.8.

8.3.4 Enregistrement position parage

L'instruction **scope.SetPark** enregistre la position actuelle dans les paramètres **PARK_DEC** et **PARK_RA** du fichier EQMOD.ini

Cette position de parage est différente des positions gérées par la fenêtre EQMOD dans le cadre "Park/Unpark" du 2ème volet.

8.3.5 Parage

La commande **scope.Park** provoque le parage et blocage de la monture à la position spécifiée par paramètres **PARK_DEC** et **PARK_RA** du fichier EQMOD.ini (qui est la position HOME par défaut).

Lorsque la monture est parquée, elle ignore toutes les commandes de mouvement. Il faut d'abord la sortir de cet état.

8.3.6 Déblocage

La commande **scope.unPark** provoque le déblocage sur place de la monture. Elle passe à l'état de *Suivi Inactif*. Cette commande est préalable à toute autre commande de mouvement.

8.3.7 Déplacements axes à vitesses constantes

La commande **scope.moveaxis numaxe, vit** provoque la rotation de l'axe **numaxe** à la vitesse **vit** spécifiée en *degrés par seconde*. La commande s'adresse à l'axe AD si **numaxe=0** et à l'axe DEC si **numaxe=1**.

Si **vit** est différent de zéro, la monture passe en mode *Suivi Personnalisé*. Si **vit=0** et que l'autre axe est arrêté, la monture passe en mode *Suivi Inactif*.

Remarque : La vitesse **vit** non nulle qui apparaît dans cette commande n'est pas enregistrée en tant que vitesse de *Suivi Personnalisé*. Par contre quand la monture est arrêtée à l'issue de commandes avec **vit =0**, les vitesses de *Suivi Personnalisé* sont repositionnées à la vitesse sidérale.

8.3.8 Suivi Personnalisé

La commande **scope.tracking = true** passe la monture en mode *Suivi Sidéral* si les vitesses de *Suivi Personnalisé* sont nulles, sinon en mode de *Suivi Personnalisé* avec les vitesses définies en section 8.3.3.

La commande **scope.tracking = false** passe la monture en mode *Suivi Inactif* (immobile).

8.4 Ralliement coordonnées

Le ralliement aux coordonnées **AD** et **DEC** (en degrés décimaux) est commandé par l'instruction suivante : **SlewToCoordinates AD, DEC** . Généralement, comme on désire suivre l'objet stellaire, il faut, au préalable mettre la monture en mode *Suivi Sidéral*.

8.5 L'interface CommandString

L'interface CommandString est décrite dans ce document :

http://eq-mod.sourceforge.net/docs/EQASCOM_compliancy.pdf

Cette interface permet de lancer une majorité de commandes utiles. Dans un script VB elle se

présente sous la forme suivante :

```
set my_scope = CreateObject("EQMOD.Telescope")
my_scope.Connected = true
myscope.commandstring(":MaCommande[, param]#")
```

Toutes les commandes débutent par ":" et finissent par "#".

Exemples :

Demande de la version du micrologiciel des cartes contrôleurs monture :

```
strVer = scope.commandstring(":MOUNTVER#")
```

Demande des coordonnées pointées :

```
strAD = scope.commandstring(":RA_ENC#")
strDEC = scope.commandstring(":DEC_ENC#")
```

Elles sont reçues sous forme de string et non pas de valeur.

strAH = scope.commandstring(":RA_HOURS#") angle horaire bicornu, compté en sens inverse et ramené entre 0h et 12h !!! : 0h -> 12h, 1h -> 11h, ... 11h -> 1h, 12h -> 0h, 13h -> 11h, ... 23h -> 1h, 24h -> 0h.

strAH = scope.commandstring(":HOUR_ANGLE#") angle horaire en heures (mais précédé du signe - !!!)

Exemple de script affichant l'angle horaire dans une message Box (précédé du signe - et suivi d'un #):

```
set scope = CreateObject("EQMOD_sim.Telescope")
scope.Connected = true
msgbox("Hour_angle=" & scope.commandstring(":HOUR_ANGLE#"))
```

Les tables suivantes donnent l'ensemble des paramètres accessibles ou modifiables par cette interface.

Action	Commande	réponse (suivie d'un #)
Disable PEC	:PECENA,0#	0
Enable PEC	:PECENA,1#	1
Get PEC State	:PECSTA#	0 (PEC Disabled) 1 (PEC Enabled)
Get Worm Tooth Count	:PECWTC#	worm_tooth_count
Get Worm position	:PECIDX#	worm_position
Get PEC Info	:PECINFO#	row_count,max_position
Set Table Row	:PECSET,row_index,worm_position,pe #	1 (success) 0 (failure)
Get Table Row	:PECSET,row_index#	1,worm_position,pe 0 (failure)
Load PEC Table	:PECLOAD,full_file_name#	1 (success) 0 (failure)

Save PEC Table	:PECSAVE,full_file_name#	1 (success) 0 (failure)
Get PEC Gain	:PECGAIN	gain
Set PEC Gain	:PECGAIN,gain#	1 (success) 0 (failure)
Get PEC Phase	:PECPHASE	phase
Set PEC Phase	:PECPHASE,phase#	1 (success) 0 (failure)
Get Mount Version	:MOUNTVER#	MountVersionString
Get EQASCOM Version	:DRIVERVER#	EQASCOM Version
Get eqctrl.dll version	:DLLVER#	Dll version
Park	:PARK,parkmode#	1 (mount parked or parking) 0 mount unparked

Unpark	:UNPARK,unparkmode#	1 (mount unparked or unparking) 0 (mount parked)
Get RA encoder	:RA_ENC#	Encoder position
Get DEC encoder	:DEC_ENC#	Encoder position
Get ST4 RA Guide Rate	:ST4_RARATE#	ST4GuideRate
Set ST4 RA Guide Rate	:ST4_RARATE,ST4GuideRate#	1 (success) 0 (failure)
Get ST4 DEC Guide Rate	:ST4_DEC RATE#	ST4GuideRate
Set ST4 DEC Guide Rate	:ST4_DEC RATE,ST4GuideRate#	1 (success) 0 (failure)
Get PulseGuide RA Guide Rate	:PG_RARATE#	PGGuideRate
Set PulseGuide RA Guide Rate	:PG_RARATE,PGGuideRate#	1 (success) 0 (failure)
Get PulseGuide DEC Guide Rate	:PG_DEC RATE#	PGGuideRate
Set PulseGuide DEC Guide Rate	:PG_DEC RATE,PGGuideRate#	1 (success) 0 (failure)
Get Alignment mode	:ALIGN_MODE#	1 (append) 0 (dialog)
Set Alignment mode	:ALIGN_MODE,0# :ALIGN_MODE,1#	1 (success)
Clear sync	:ALIGN_CLEAR_SYNC#	1 (success)

		0 (failure)
Clear points	:ALIGN_CLEAR_POINTS#	1 (success) 0 (failure)
Get sync limit status	:ALIGN_SYNC_LIMIT#	1 (active) 0 (inactive)
Set sync limit status	:ALIGN_SYNC_LIMIT,0# :ALIGN_SYNC_LIMIT,1#	1 (success) 0 (failure)
Get Flipped Goto status	:FLIP_GOTO#	1 (active) 0 (inactive)
Set Flipped Goto status	:FLIP_GOTO,0# :FLIP_GOTO,1#	1 (success) 0 (failure)
Set SNAP Port 1 status	:SNAP1,0# :SNAP1,1#	Returns 0 or 1 mirroring the requested state.
Set SNAP Port 2 status	:SNAP2,0# :SNAP2,1#	Returns 0 or 1 mirroring the requested state.
Send Low Level Comms	>XX..XXX XX..XX are the low level comms characters you wish to send (20 characters max - protocol framing characters are not required)	YYYYYY Response from the mount motor controller (20 characters max).

Toutes les commandes envoyées débutent par ":" et toutes les commandes finissent par "#".

Mais les commandes bas niveau **Comms** ne pouvant commencer par ":" Chris shillito a choisi d'utiliser le caractère ">" comme identifiant, et le code EQMOD remplace le ">" par un ":" lorsqu'il transmet la chaîne de caractères au port de communication. Exemple :

```
set scope = CreateObject("EQMOD.Telescope")
scope.Connected = true
msgbox("RX: " & scope.commandstring(">e1"))
```

Ces commandes peuvent être envoyées directement aux cartes depuis un terminal : Voici quelques exemples collectées dans les réponses de Chris Shillito postées sur le forum :

```
:F1 // initialisation axe RA
:F2 // initialisation axe DEC
- Choix du mode de déplacement
:G102 // 1=>RA | 0 => Goto | 2 => CW+Sud+Normal
:G2O2 // 2=>DEC | 0 => Goto | 2 => CW+Sud+Normal
- Choix des nb d'incrément du Goto. Exemple 45° => 1128000 pas => 113640 hexa envoyés et renversés par paire (123456 => 563412) => 403611
:H1403611
:H2403611
- Ordre départ du mouvement
:J1
:J2
```

La documentation sur les commandes bas niveau se trouve dans ce document :

https://inter-static.skywatcher.com/downloads/skywatcher_motor_controller_command_set.pdf

D'une manière générale la première **lettre** qui suit la commande définit l'action, puis l'octet **x** suivant défini l'axe (1 pour RA et 2 pour DEC), puis il y a 0, 1, 4 ou 6 octets **XXXXXX** de données et un return (0x0D). Les commandes sont :

- **E****xXXXXX** : définit une position
- **F****x** : initialise un axe ou F3 pour les 2
- **G****xXX** : définit le mode de déplacement
- **H****xXXXXX** : définit un incrément de cible Goto
- **M****xXXXXX** : définit un incrément d'arrêt
- **S****xXXXXX** : définit une cible Goto
- **I****xXXXXX** : définit la période de pas T1
- **T****xXXXXX** : définit la période longue de Goto
- **U****xXXXXX** : définit les étapes de freinage
- **J****x** : démarre le mouvement
- **K****x** : arrête le mouvement, bascule en suivi
- **L****x** : arrête le mouvement instantanément, bascule en suivi
- **B****xX** : réveille (1) ou met en veille (0)
- **O****xX** : met les interrupteurs auxiliaires On(1) / Off(0)
- **P****xX** : définit la vitesse d'autoguidage 0=> 1x, 1=>0.75x, 2=>0.50x, 3=>0.25x, 4=>0.125x
- **Q****x55AA** : Exécute le mode bootlaoder
- **V****xXX** : définit la luminosité des leds polaires
- **a****x** : interroge le nb de pas par tour
- **b****1** : interroge la fréquence du timer d'interruption
- **c****x** : interroge les étapes de freinage
- **h****x** : interroge la position de la cible Goto
- **i****x** : interroge la période des pas
- **j****x** : interroge la position
- **k****x** : interroge l'incrément (?)
- **m****x** : interroge le point de freinage (?)
- **f****x** : interroge l'état, voir réponse ci-après
- **g****x** : interroge le rapport de grande vitesse
- **D****1** : interroge la période de suivi
- **d****x** : interroge la position axe Tele. ??
- **e****x** : interroge la version de la carte moteur
- **s****x** : interroge la période de PEC
- **z****x** : Positionne le flag de Debug
- **W****xXXXXX** : Définit une configuration étendue
- **q****xXXXXX** : interroge la configuration étendue.

Réponse à **fx** :

- 1^{er} octet : +0:Goto, +1:Suivi, +2:CCW, +4:Fast
- 2^{ème} octet : +0:Stoppé, +1:Running, +2:bloqué
- 3^{ème} octet : +0 not init, +1:Init effectué, +2:level switch on

Je n'ai pas bien compris la mise en oeuvre des éléments cités à la fin du document (http://eq-mod.sourceforge.net/docs/EQASCOM_compliancy.pdf) que je reproduis ci-après.

worm_tooth_count	Number of teeth on RA axis gear.
row_count	Number or rows in the PEC table. Equates to the wormperiod.
max_position	Maximum worm position = microsteps per worm revolution -1
worm_position	Current worm position (0 to max_position)

pe	Periodic error * 1000
row_index	PEC table index (0 to row_count -1)
full_file_name	Full file path.
MountVersionString	XX.YY.ZZ XX = major version (hex encoded) YY = Minor Version (hex encoded) ZZ = subversion (hex encoded)
parkmode	Numeric value as follows: 0 = park using current EQASCOM park operation 1 = Park to Home position 2 = Park to current Position 3 = Park to user position 1 4 = Park to user position 2 5 = Park to user position 3 6 = Park to user position 4 7 = Park to user position 5 note that not all user positions may be defined – check the response (1# or 0#) to determine success.
unparkmode	Numeric value as follows: 0 = unpark using current EQASCOM unpark operation 1 = unpark to current 2 = unpark to user position 1 3 = unpark to user position 2 4 = unpark to user position 3 5 = unpark to user position 4 6 = unpark to user position 5 note that EQASCOM provides up to 5 user defined park positions not all user positions may be defined – check the response (1# or 0#) to determine success.
ST4GuideRate	Either 0.25 0.5 0.75 1.00
PGGuideRate	Either 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9

Les écritures dans la table EQASCOM PEC à l'aide de la commande PECSET sont mises en mémoire tampon dans une table temporaire.

Lorsque la dernière ligne est écrite, la table est automatiquement enregistrée sur le disque en tant que %APPDATA%\EQMOD\pec.txt, puis chargée en tant que définition PEC actuelle. EQASCOM utilisera ensuite cet emplacement de fichier pour les futurs chargements automatiques jusqu'à ce que l'utilisateur spécifie manuellement un autre chemin de fichier.

Les lectures de la table EQASCOM PEC à l'aide de la commande PECGET lisent la ligne spécifiée du fichier PEC actuellement chargé.

Les nombres de pas par tour, la période et le nombre de dents de la vis sans fin sont tous déterminés à partir des paramètres lus à partir de la monture elle-même. Si la monture (ou le simulateur) n'est pas connectée, la lecture de ces paramètres donnera une valeur de -1.

8.6 Pour aller plus loin

Pour aller plus loin, les plus courageux peuvent examiner les méthodes publiques des classes du répertoire **eqmod-ascom/ASCOMV5** des sources d'EQMOD et les tester sur leur monture non instrumentée.